Digitized by Google

15. 7. 397
15 T. 7

Digitized by Google

Digitized by Google

a 7

ELEMENTA PHYSICÆ

CONSCRIPTA IN USUS

ACADEMICOS

A

PETRO VAN MUSSCHENBROEK

QUIBUS

Nunc primum in gratiam ſtudioſæ juventutis accedunt ab alienis manibus ubique auctaria & notæ, diſputatio phyſico-hiſtorica de rerum corporearum origine, ac demum de rebus Cœleſtibus Tractatus,

EDITIO ALTERA NEAPOLITANA

TOMUS SECUNDUS.



NEAPOLI CIↃ. IↃ. CC. LI.

TYPIS BENEDICTI, ET IGNATII GESSARI.

SUPERIORUM FACULTATE.

Cum animus cœlorum, terras, maria, omniumque rerum naturas reſpexerit, eaque unde generata, quo recurrant, quando, quomodo abitura, quid in iis mortale & caducum, quid divinum, æternumque ſit viderit, in hac illa magnificentia rerum, atque in hoc conſpectu, & cognitione naturæ, Dii immortales! quam ipſe ſe noſcet, quam deſpiciet, quam pro nihilo putabit ea, quæ vulgo dicuntur ampliſſima? Cic. Leg. 1.

ELEMENTA PHYSICÆ.

CAP. XXVII.

De Proprietatibus Lucis generalibus.

§. 841. IGnem, præter vires rarefaciendi & calefaciendi corpora, etiam facultatem Lucendi habere, adſerumus ſupra: hanc breviter in aliquot capitibus examinabimus.

§. 842. Quicquid efficit, ut mediantibus oculis animus videat, Lux eſt: Quæ vel directe e corpore lucente emiſſa, vel a corporibus illuminatis reflexa, oculos ingreditur. Ope Lucis videmus objecta lucentia, objecta non lucentia, Quantitatem, Figuram, Locum, Situm, Diſtantiam, Continuum, Separatum, Motum, Quietem, & Colores. Luce abſente horum omnium nihil videmus. Ut autem memorata videamus, oportet, ut oculus notabili intervallo ab objectis abſit.

§. 843. Scintilla lucens minima in omni puncto ſuperficiei ſphæræ conſpici poteſt, cujus centrum ſcintilla occupat: inter ſcintillam & oculum in linea recta opaco interpoſito obice, lux non videtur: quare conſpicitur quaſi in radiis e centro ſphæræ ad totam ſuperficiem emiſſis (1).

(1) Hinc non lateraliter & flexuoſa via, ſed recta undique linea ex centro in circuitum lucis propagationem fieri conſtat: ideo enim inter ſcintillam & oculum opaco interpoſito obice umbra poſt hujus tergum ſpargitur, quod lucis radii a ſcintilla tanquam ex centro prodeuntes, & obicis margines perſtringentes recta ſubinde progrediantur, quin in obicis tergum deflectant. Hinc Planetarum oriuntur umbræ ab eo-

§. 844. Hanc ob cauſam Philoſophi lucem, in rectis lineis delatam, *Radios Lucis* vocarunt.

§. 845. Horum radiorum ſubtilitas ingens eſt, & lineis Geometricis fere æmula: ſi enim chartæ inflictum acu ſit exiguum foramen, per id Spectator ſupinos omnia objecta in hemiſphærio cœleſti videbit: Erectus autem cœli quartam partem, una cum omnibus ſolo inſiſtentibus ante ſe corporibus adſpiciet: adeo ut innumera radiorum, ab objectis aut emiſſorum aut reverberatorum copia, per exiliſſimum tranſiens foramen, ſubtilitatem oſtendat, quantam conſequi acies ingenii humani non poſſit.

2°. Si ſebacea vulgaris ardens candela noctu in apice altæ turris ponatur, ad diſtantiam dimidii milliaris a turre, ab omni parte videri poteſt; quare nullus in ſphæra, diametri unius milliaris, oculo concedi locus poteſt, qui non e flammula radium lucis recipiat. Radii hi omnes in flamma aggregati fuerunt; quæ cum ſit exigua reſpectu ingentis ſphæræ, quæ illuminatur, ſummam radiorum ſubtilitatem quoque probat.

3°. Lux quoque penetrat per Adamantum, Gemmarum, Vitrorum poros, qui adeo anguſti ſunt, ut ope quorumcunque Microſcopiorum detegi hucuſque non potuerint.

§. 846. Radiorum lucentium longitudo eſt fere infinita: non enim modo a Sole ad Terram exporriguntur, quæ tanto intervallo a ſe diſtant, ut e tor-

mento.

eorum parte, quæ eſt Soli averſa; in quarum umbrarum ſpatia cum alii verſantur Planetæ, deliquium vel eclipſim pati dicuntur, quod ſcilicet ibi nulli ſint ſolares radii, qui ad oculos reverrantur. Directa item radiorum lucis propagatio vel ex eo liquet, quod ſi per exiguum foramen in feneſtra factum, obſcuram domum ſolaris radius ingrediatur, per totum qua patet ſpatium, a foramine uſque ad corpus opacum ulteriori propagationi reſiſtens, linea recta lucida videbitur, in directum cum alia a foramine ad Solem jacens. Quod ſi in oppoſito opaco obice e regione ejus foraminis aliud fiat aliquando majus foramen, per quod admiſſus radius excipiatur, & tranſeat, tam manebit obſcurum cubiculum, quam ſi nulla lux per illud tranſiſſet. Lucis ergo radii per cubiculum tranſeuntes nihil lateraliter valent, iidemque ad viſionem nil conferunt, niſi recta in oculos incidant, eoſque percellant.

mento bellico exploſus rapidiſſima celeritate globus, id vix 25 annorum ſpatio emetiri poſſit: ſed etiam radii a Stellis fixis remotiſſimis ad nos uſque extenduntur, quarum diſtantia in immenſum major priori; cum enim ex recentiſſimis Bradleji obſervationibus, annuæ parallaxeos angulus (1) non major minuto ſecundo colligatur, erit Stellarum diſtantia a Terra tanta, ut eam globus tormentarius non niſi annis 1041666666;6 percurrere poſſit.

§. 847. Quoniam in hac immenſa diſtantia Stellæ luce vividiſſima micant, erit radiorum robur non, vel parum imminutum: quod niſi per ſpatium cœleſte vacuum, & nullo modo reſiſtens, lucemve reflectens aut intercipiens, radii tranſiviſſent, concipi nequit (2).

§. 848. Quoniam Lux e ſcintilla, vel e quolibet corpore lucente in lineis rectis, tanquam a centro in omnem ſphæræ ambitum exit, radiis a ſe divergentibus exibit. Horum nonnulli SA, SE magis, alii SA, SB minus divergunt. Tab. I. Fig. II.

§. 849. Propter hanc lucentium radiorum divergentiam, lucis denſitas in majori intervallo a centro lucente decreſcit, quidem in ratione reciproca duplica-

A 3

(1) Is ſcilicet angulus, quem in centro ſtellæ efficiunt duæ rectæ ductæ ex terminis diametri ejus orbitæ, quam Tellus in ſyſtemate Copernicano annuo motu deſcribit. Ex eo autem obſervato angulo innoteſcit per Trigonometriam fixæ diſtantia a Terra, quemadmodum ſuo loco demonſtrabitur.

(2) Quod hic innuit Auctor pro ſpatio cœleſti vacuo argumentum, vim modo habet, ſi ſyderum lucem ponatur conſiſtere in effluviis ſubſtantialibus rapidiſſimo motu ab iiſdem ſyderibus ad nos uſque propagatis: qui enim ejuſmodi effluviorum prærapida diffuſio per ingentia cœlorum ſpatia poſſet intelligi, niſi hæc aut abſolute vacua, aut interſperſis vacuolis undique per via ſtatuerentur? fac quippe omnia plena; continens igitur ex oppoſito denſo corpore impedimentum luci eſſet, neque adeo tam libere ad nos ea poſſet pervenire. At ſi lucem non per translationem ſubſtantiæ corporis lucidi, ſed ſola motus communicatione a corpore lucido per interpoſitum medium ad oculos uſque propagari ſtatuas, id pro vacuo argumentum nullam habet vim. In ſequentibus vero patebit priorem de lucis propagatione ſententiam præ altera probabiliorem eſſe, omnemque adeo ei argumento eſſe vim.

plicata diſtantiarum a centro : quod demonſtratione ſimili, ac data fuit in §. 228. probatur. Id quoque multis experimentis, tam ope radiorum Solarium, quam candelæ, facillime ad oculum demonſtratur (1).

§. 850. Lux ex quolibet corpore lucente exit, & pernici velocitate prorepit.

Tab. I. Fig. I. Hugenius de la Lumiere Ch. I.

Ex obſervatis Circumjovialium Eclipſibus hoc a Romero demonſtratum fuit. Sit A Sol, B C D E orbita annua terræ, F Juniper, H G N orbita intimi Satellitis, G Satelles ingrediens umbram Jovis, H idem ex umbra exiens. Si Terra verſante in B, Satelles egredi ex umbra viſus ſit, poſt $42\frac{1}{2}$ horas iterum ſimilis emerſio obſervabitur; & ſi Terra ſemper maneat in B, intra trigeſies $42\frac{1}{2}$ horas, 30 emerſiones videbuntur. Verum interea Terra, recedendo a Jove, moveatur ad C, tum ſi Lux impendat tempus in ſuo decurſu, emerſio Satellitis tardius in C obſervabitur, quam antea obſervabatur

(1) Experimentum candelæ Auctori memoratum eſt hujuſmodi. Obſcuro conclavi funale admoveatur unico accenſo ejus ellychnio; tum ſcriptum aliquod in ea diſtantia a flamma removeatur, donec ultimo legi poſſit; adeout ſi paulo remotius fiat. legi ulterius nequeat; ſitque ea diſtantia decem e. g. paſſuum. Accendatur præterea alterum ellychnium, vel adhuc tertium, omnibus paribus; tum ponatur ſcriptum in dupla diſtantia, paſſuum ſcilicet 20; ibi tamen haud legi ſcriptum poterit; legetur tandem in eadem 20 paſſuum diſtantia, cum quartum accenſum erit ellychnium. Ex hoc autem experimento denſitatis lucis decrementum in reciproca duplicata diſtantiarum a centro ratione nullo negotio deducitur: inde enim liquet ab una & ſimplici flamma genitam lucem in diſtantia decem paſſuum æqualem eſſe luci genitæ in diſtantia padum 20 a quatuor ſimilibus flammis: Sed in eadem diſtantia 20 paſſuum lux a quatuor genita flammis quadrupla eſt lucis genitæ ab unica flamma in eadem diſtantia, ob effectum cauſæ ſuæ proportionalem: Ergo lux genita ab unica flamma in diſtantia decem paſſuum quadrupla erit lucis genitæ ab unica adhuc flamma in diſtantia dupla. ſeu paſſuum 20; quemadmodum 400 quadratum diſtantiæ 20 quadruplum eſt 100, ſeu quadrati diſtantiæ decem. Intenſio ergo lucis in ea ratione decreſcit, qua diſtantiarum quadrata creſcunt.

tur in B, atque tempori horarum $42\frac{1}{2} \times 30$ id addendum erit, quod lumen impendit, tranſeundo ſpacium MC, quod eſt differentia ſpatiorum CH, BH. Plurimorum annorum obſervationes oſtenderunt, hoc tempus eſſe admodum notabile, & quidem decem minutorum vel plurium, ex quibus colligendum eſt, Lucem tempus 8', 13'' ſecundum Cl. Bradlejum impendere, ut diſtantiam, quæ inter Solem Terramque intercedit, percurrat. Et quamvis nonnullæ inæqualitates temporis ab excentricitatibus orbitarum Satellitum oriri poſſint, hæ non convenire poſſent in omnibus Satellitibus, tum in quolibet Terræ ſitu in ſua orbita (1).

(1) At id hic adnotandum non defuiſſe, qui alii cauſæ præter ſucceſſivam lucis propagationem eam temporis inæqualitatem eſſe tribuendam condenderint. Cl. quidem Caſinus etſi primum cum Romero ſenſerit, brevi tamen ſententiam ſuam mutavit, eo ductus argumento, quod eadem temporis differentia in ſingulorum Satellitum emerſionibus obſervanda foret, ſi revera a ſucceſſivo luminis motu ea penderet: at pro ſingulis Satellitibus diverſa deprehenſa eſt Viro Clariſſimo. Verum Cl: Hallejus, qui tabulas Caſſinianas de motu intimi Satellitis in compendium reduxit, facilioremque computationem reddidit, ejuſmodi exhibuit obſervationes, ex quibus ſequitur eandem temporis differentiam pro emerſionibus tertii & quarti ſatellitis obtinere, quæ in intimi ſatellitis emerſionibus obſervata eſt. Cl:etiam J. Pound Anglus, qui plures de Jove, aliiſque corporibus cœleſtibus accuratas inſtituit obſervationes, quique tabulas primi Satellitis Caſſinianis correctiores exhibuit, teſtatur ſe plurium annorum obſervationibus eandem temporis varietatem in ſingulorum ſatellitum emerſionibus obſervaſſe. Atque ita Caſini ſubmona difficultate, integra Romeri argumento manet vis.

At nova argumenta contra eandem Romeri ſententiam produxit Maraldus Academiæ Scientiarum Aſtronomus An. 1707. Eorum præcipuum eſt quod ſecundum recentiores Aſtronomos, Juppiter, quemadmodum ceteri Planetæ, Ellipſim circa Solem deſcribat, in cujus focorum altero datur Solis centrum: hinc non eadem ubique Iovis a Sole diſtantia: maxima diſtantia minimam ſuperat quantitate æquali dimidiatæ diſtantiæ Solis a Tellure; atque adeo variata ejuſmodi diſtantia, emerſionis retardatio reſpondenti varietate obſervaretur; quod tamen indicatis obſervationibus minime quadrare contendit Maraldus. Verum laudatus J. Pound plurium an-

20. Recentiores Aſtronomi detexerunt, Stellas fixas nonnullis ſubjici aberrationibus, quarum ordo per annnuam parallaxin repræſentari non poteſt, neque a refracionibus, nec a nutatione axis terreſtris pendet, verum explicari poteſt facile & clariſſime, ſi luci motus ſucceſſivus è ſtellis fixis ad Terram, atque hinc motus annuus circa Solem tribuatur; quemadmodum ſolertiſſimus Bradlejus (*a*) eleganti ſſime demonſtravit; cujus doctrina contra aliorum (*b*) difficultates inconcuſſa manet. Terram enim ſupponere immobilem, & circa eam Solem moveri, ex autoritate SS. Patrum, eſt hac tempeſtate luſus in re ſeria: nec magis ſtringunt nonnulla loca ex S. Scripturis petira, & male intellecta, aut inverſa, uti olim

(*a*) Philoſop. Tranſ. Nu.406. Smith. Optiks B. 4. C.7.

(*b*) Commentarii Bononienſ. p.627.

norum obſervationibus contrarium ſibi conſtitiſſe tradit; obſervatum ſcil. ſibi id temporis diſcrimen in emerſione primi Satellitis, quod variæ Iovis a Sole diſtantiæ reſpondet. Cæterum Maraldi argumentis occurrit Cl: Granjean in comm. Pariſ. 1732.

Interim ex demonſtrata ſucceſſiva lucis propagatione duo conſequuntur. 1. Immenſam pene eſſe lucis velocitatem, qua a Sole ad Tellurem diffunditur, cum ingens interjectum ſpatium, quod ſecundum Cl: Aſtronomorum ſupputationem, pila eadem ſemper cum velocitate, qua e tormento bellico egreditur, 25 annorum tempore emetiretur, lux octo minutorum ſpatio peragrat. Sonorum ſane propagationem velociſſimam eſſe conſtat, ſingulisque arteriæ pulſibus 180 hexapedas conficere teſtatur Cl. Hugenius *tract. de lum. c.* 1.; at lucis velocitas ſecundum ejuſdem Cl: Viri ſupputationem centies millies major eſt velocitate ſoni. Eadem quoque lucis velocitas ad ejuſdem pilæ e tormento bellico exploſæ velocitatem, ſecundum Auctoris noſtri calculum §. 852. eam habet rationem, quam 1634683 ad 1.

2. Colligi hinc etiam poteſt, ſaltem præterpropter, temporis intervallum, quo lux a ſtellis fixis ad noſtram uſque tellurem propagatur. Siquidem ſecundum mox laudatas Bradlei obſervatianes, ſi qua eſt fixarum annua parallaxis, ea unius minuti ſecundi angulum haud quaquam excedit; ex quo inde facile inito calculo colligitur ſtellarum a Tellure diſtantiam Solis diſtantia ab eadem tellure, 400000 vicibus majorem eſſe. Si ergo lux a Sole ad nos interjectum iter 8 minutorum intervallo conficit, per regulam proportionum inito calculo, cæteriſque paribus ſuppoſitis, reperietur a prædictis ſtellis ad noſtram uſque tellurem ſex annorum ſpatio pervenire lucem. Sed ſtellæ, quæ parallaxis angulum unius ſecundi habent, primæ ſunt ma-

olim a multis probatum fuit (*a*) (1).

(*a*) Veltbuiſius de quiete Solis. Horrebovii Copernicus Triumphans.

3°. Lucem autem moveri; aliis adhuc argumentis evinci poteſt: Quid enim eſt lux præterquam Ignis, in rectis delatus lineis, ingreſſuſque oculos? Verum Ignis movetur, uti Capite ſuperiori evictum eſt. Ignis adhærens corporibus ſimul cum iis, quæ volatilia facta ſunt, movetur; uti ex vapore calido adſcendente, & ex fumo calente patet. Præterea omnia ardentia & lucentia cunſumuntur, ac tandem deficiunt, quod fieri nequit, niſi per emanationem lucis & materiæ combuſtæ.

4°, Nonne caput fulminis, ejuſque radios, & finem diſtinguimus, etiamſi velociſſime lux moveatur?

5°. Lucem Solis, radiis conſtantem fere parallelis, ope ſphærici concavi ſpeculi a paralleliſmo removemus, reddimuſque convergentem in focum: quæ aberratio a via priori abſque motu radiorum peragi nequit: tum vero radios vehementiſſime moveri, patet ex eorum impetuoſiſſima actione.

6°. Poſſumus quoque radios lucis a ſe ſeparare, tum vitris concavis ſphæricis, tum priſmaticis, atque lucem in quemcunque locum, ubi antea non aderat, dirigere: quod fieri non poſſet, niſi lux moveretur, atque ex lucente corpore exiret.

7°. Imo in refractionibus per diverſa media accelerantur & retardantur radii lucis, adeoque moventur. §. 851.

magnitudinis; igitur quæ ſexta magnitudine fulgent, poſito, quod earum diſtantia, priore ſextuplo major ſit, nonniſi 36 annorum ſpatio ſuam lucem ad tellurem uſque tranſmittent.

(1) De fixarum aberrationibus, earumque cauſis in adjecto tractatu Aſtronomico opportunior fortaſſe erit diſquirendi locus. De iis quidem acute & pereleganter commentatus eſt Cl: Bradlejus; at quam earundem aberrationum tradit rationem a lucis ſucceſſiva propagatione, & telluris motu dependentem, utut iiſdem explicandis accomodatiſſimam, meræ tamen hypotheſis limites haud excedere fatius adfirmare ducimus, quam Telluris motum Eccleſiæ Romanæ Theologis improbatum adſtruere. Ceterum quod Auctor noſter pro Telluris motu adverſus eorundem Theologorum ſententiam pugnet, mirum eſſe non debet, quod extra Romanæ Eccleſiæ communionem is ſit, ut alibi obſervavimus.

(*a*) Dioptr. Cap. 1. §. 3. & in Epiſt. 17. part. 2.

§. 851. Hinc cadit doctrina Acutiſſimi Carteſii (*a*), qui Lucem diffuſam per Univerſum, corporibus plenum, concipiebat, eamque a corpore lucente premi, preſſam percipi ab oculo, ad alterum radii extremum poſito, non vero exire, adfirmabat (1). Verum

(1) Carteſii de lucis natura ſententiam leviter Auctori indicatam paulo fuſius præſtat exponere. Imprimis Solem, ſtellas, aliaque ex ſe lucentia corpora nil aliud eſſe reputat Carteſius, quam tenuiſſimum corpus (quam *materiam primi Elementi* ſeu *materiam ſubtilem* appellat): id magna copia congeſtum, ad ſphære formam conglobatum, & circa ſuum axem perpetuo & vehementi gyro ductum fingit. 2. Cuique ejuſmodi lucenti corpori, e. g. Soli, circumfuſam ponit materiam, a ſphærica partium figura *globoſam* dictam, vel etiam *materiam ſecundi elementi*, eamque immenſum propemodum ſpatium occupantem, ac circa Solem veluti centrum perpetuo revolventem, *Vorticem* appellat. Ex hac globoſa materia fieri cœlum, eademque aeris, aquæ, vitri, aliorumque corporum meatus repletos eſſe ſtatuit. 3. Porro cum corpus quodlibet in gyrum actum a centro ſui motus recedere conetur; hinc vult primi elementi materiam, ex qua Sol conſtat, ob circularem motum conniti ab axe ſui motus quaquaverſus recedere, eoque niſu circumſtantes ſecundi elementi globos quaquaverſus recta impellere. Cumque hi globuli eo ordine ſint diſpoſiti, ut unus alium excipiat, atque adeo prælongas ſeries, ſeu fila globorum circa Solem efforment, & ab eo ad extremum uſque vorticis, inſtar radiorum a centro ad circumferentiam, protendantur; hinc fieri contendit, ut extremus ſeriei globulus Soli conterminus a materia ſubtili impulſus, per totam globulorum ſeriem ad alterum uſque extremum eam preſſionem tranſmittat, idque temporis puncto, ſeu in inſtanti; eadem ferme ratione, ac ſi alterum funis vel bacilli extremum quis moveat, per totam funem vel bacillum ad alterum uſque extremum, puncto temporis, diffuſum eum motum reperit. 4. Demum in ejuſmodi materiæ ſecundi elementi motu, ſive potius impulſu ad oculos uſque tranſlato, omnem lucis naturam ſitam eſſe, eamque idcirco in inſtanti propagari contendit.

At id imprimis tirones noſtros ſcire juvat explicatam hactenus Renati ſententiam, etſi veluti novum quiddam & inauditum ab eo obtrudatur, reapſe tamen novam non eſſe ſententiam, ſed ut pleraque alia ab aliis Auctoribus, ita de lucis natura ſententiam ab Ariſtotele, ejuſque interpretibus mutuatus eſt. Ariſtoteles quippe *l. 2. de Anima cap. 7.* aperte ait lumen nec ignem eſſe, nec omnino corpus, nec effluxionem corporis alicujus, ſed πυρος η τοιουτου τινος παρουσαν εν τω διαφανει, id eſt, *ignis, vel talis cujuſdam præſentiam in eo, quod eſt pellucidum*; eodemque loco lumen dedit

rum ſecundum hanc hypoteſin nullæ unquam forent tenebræ, quia enim lux Fluidum eſt, hujus legibus ſubjicietur; obſervamus autem, ſi Fluidum, vaſi

dicit *του διαφανου ενεργειαν η διαφανες*. *Actum perſpicui, quatenus eſt perſpicuum*. Lucem igitur a perſpicuo diſtinguit Ariſtoteles; & quamvis non clare explicet in quo perſpicui ſita natura ſit, id tamen concipit veluti ſubjectam materiam, in qua lux recipitur; uti etiam clarius ex cap. 3. *de ſenſu & ſenſibili* liquet, ubi habet perſpicuum in quo ſunt tenebræ eſſe *perſpicuum poteſtate*, in quo lux *perſpicuum actu*. in quo vèro conſiſtit ea *ignis, vel talis cujuſdam* præſentia in perſpicui quæ lucem ipſi conſtituit, etſi ex Ariſtotele clare non liqueat, ejus tamen interpretes Joannes Grammaticus, dictus Philophonus, & Simplicius tradidere. Ille enim commentario ſuo *in cap. 7. l. 2. de anima* hæc habet: *quemadmodum ſi funiculi longi, tenſique extremum moverit, funiculus totus ſine temporio interjecta mora movetur propter partium contiguitatem, dum antecedens quæque ſequentem commovet: ita concipere oportet in actione luminis rem habere, quod omnia mundi corpera ſeinvicem deinceps contingat*. Simplicius vero in eundem Ariſtotelis locum, *lumen*, inquit, *eſſe quaſi baculum, qui uno ſui extremo a Sole motus, alio extremo oculum moveat*. Hæc ſatis oſtendunt, quad rei ſummam, eandem eſſe Carteſii, & Ariſtotelis de lucis natura, ejuſque propagatione ſententiam, nilque aliud Renatum hac in re præſtitiſſe, quam Ariſtotelis interpretationem.

Illud præterea obſervandum recentiores Peripateticos, etſi ab Ariſtotelis opinionibus nec latum unguem ſe diſcendere glorientur, aliam tamen nobis obtrudere de lucis natura ſententiam, ab Ariſtotelis doctrina quam longiſſime remotam. *Actus* enim *perſpicui* Ariſtotelis, eis eſt nova quædam natura, quam *accidens* vocant, & *qualitatem occultam*. Eam docent non poſſe ſine ullo ſubjecto ſolitariam procredi, idcirco a corpore lucido in perſpicuo ſibi contermino produci, eam ſcil. educendo ex poteſtate ipſius perſpicui, etſi in perſpicuo *actu*, ſeu reaſpe non contineatur; ejuſmodi vero lucem in perſpicuo contermino a corpore lucido productam, aliam lucem in alia perſpicui parte ſibi contigua pari ratione gignere; atque hanc rurſus aliam in alia parte contigua, atque ita porro per immenſum ſpatium lucem diffundi, donec ad oculum, vel aliud opacum corpus perveniat. At id ab his Doctoribus quæſiverim, quænam ſcil. ſit anceps illa, ut ita dicam, lucis natura, quæ corpus non eſt, ſed corporea, omneſque corporis functiones imitatur, ut in reflexione, refractione, combuſtione patet; tum quomodo ex perſpicuo educatur actu, ſeu reipſa, cum actu & reipſa in perſpicuo non ſit? Verum hæe ne vel Oedipus ipſe intelliget, atque adeo abſurda & incepta ſunt, ut in iiſdem rejiciendis tempus terendum haud ſit.

vaſi incluſum, ab una parte premitur, preſſionem in omnem determinationem propagari. Quamobrem ſive Sol ſupra horizontem moveretur, vel infra eum occideret, oculus apertus ſemper lucem ejus perciperet, videretque, quod Experientiæ repugnat (1).

§. 852.

(1) Sed duo præterea hic commemoranda ſunt, quæ Renati de lucis natura ſententiam peſſumdant prorſus. 1 Fixarum lucem terricolæ oculus percipere haud poſſet, ſi vera ea doctrina foret. Cum enim fixa quævis, Solis inſtar, centrum ſit ſui vorticis, totque dentur ejuſmodi vortices, quot fixæ, hique contrariis & æquipollentibus viribus ſe mutuo cohibeant, quin unius materia in alterius vorticem ſubeat eumque abſorbeat; intelligi nulla ratione poteſt, quomodo ea preſſio, quam fixarum materia in ſuum circumpoſitum vorticem exercet, & in qua ſyderis lux conſiſtit, ex ſuo vortice exire, & per noſtrum propagari uſque ad oculum valeat? multoque minus intelligi id poteſt, cum inter fixæ vorticem, & ſolarem noſtrum plures alii interpoſiti ſint. 2. Et illud etiam nec intelligitur, quomodo lucis propagatio per globulorum ſeries veluti radios directe a centro ad circumferentiam fiat: corpus enim omne quod in gyrum circumducitur, ut lapis in funda, conatur quidem a centro diſcedere, ſed non recta per radios circuli, quem deſcribit, ſed per lineas eum circulum contingens, ut alibi obſervatum eſt.

Ut autem de lucis natura probabilior ſententia, clarius quam ab Auctore noſtro fit, declaretur, id imprimis firmum, ratumque habendum, lucem in motu cujuſdam materiæ conſiſtere, quod Scholaſticis exceptis, Philoſophorum neminem abnuere puto. Sive enim quo pacto lux producatur, ſpectes; produci hic in terra obſervatur ab igne imprimis & flamma, quibus quin inſint corpora quædam rapidiſſimo motu abrepta nemo ſanus dubitat. Sive lucis effectus reſpiciat; cum ſpeculorum, vel lentium ope collecta ea eſt, ignis inſtar urit, ſolidiſſima quæque inflammat, diſſolvit; quod materiæ cujuſdam motum evidentiſſime declarat a lucis quoque reflexione, & refractione dilucide indicatum. At id diſquirendum modo eſt, quænam iſthæc materia ſit, cujus motus lucem conſtituit An ſcilicet a corporis lucidi ſubſtantia eſt diverſa; eumque motum a Sole, aliiſque lucidis corporibus primo excitatum, interpoſitum medium æthereum in ſe recipiat, atque ſucceſſive, quemadmodum ſoni propagatio fit, ad oculos uſque noſtros referat? An potius eadem erit corporis lucidi ſubſtantia in ſubtiliſſimis effluviis ab ipſo corpore lucido, tanquam a centro per radios jugiter emanans, & per ingentia ſpatia rapediſſimo motu ubique diffuſa: adeout merito dici poſſit lucem eſſe ipſum corpus luminoſum in ſubtiliſſimas particulas extenuatum, ſeu rarefactum? Primum Ariſtoteli, Carteſio, ut vidimus, tum Hugenio aliiſque placuit: poſterius vetuſtiſſima

eſt

§. 852. Si ſummam rapiditatem, qua lux Solis movetur, & exiguos effectus, quos edit in corpora, quæ illuſtrat, attento volvamus animo, aliud col-

eſt Democriti, Epicuri, ejusque ſectatorum ſententia, Gaſſendo, Newtono, aliiſque innumeris recentioribus probata.

Etſi autem involuta admodum & obſcura hæc quæſtio ſit, variiſque difficultatibus implicitum quicquid ſeligatur, poſteriorem tamen ſententiam altera probabiliorem ducimus ob ſequentia momenta. 1. Si lux non per translationem lucidæ ſubſtantiæ, ſed inſtar ſoni per motus communicationem in materia ætherea propagaretur, id contingere omnino oporteret, ut quemadmodum ſonus, ita etiam lux lateraliter, & flectuoſa via proferretur; quod tamen experientiæ adverſatur. Evidenter idipſum oſtendit Newtonus propoſ. XLI. l. 2. quæ eſt hujuſmodi, *Preſſio non propagatur per fluidum ſecundum lineas rectas, niſi ubi particulæ fluidi in directum jacent*. 2. Lucem ejuſdem eſſe naturæ ac lucidum corpus ex eo liquet, quod per ſpecula uſtoria, & lentes vitreas collecta & denſata, eoſdem effectus prodat, qui ab ignito & lucido corpore fiunt: quod evenire intelligimus, ſupponendo lucem in exiguiſſimis, & diſperſis ipſius lucidi corporis particulis conſiſtere. 3. Lucida quæque & ignita corpora, ut flamma & ignis, dum lucent & urunt, tandem diſſipari, & conſumi experientia conſtat: cum ergo lucent & urunt, exiguarum particularum effluvia ex ſe emittant neceſſe eſt, quæ cum oculos noſtros ſubeunt, lucis ſenſationem creant.

At id in hac ſententia explicatu haud facile eſt, qui ſcil. Sol imminutus, immo conſumtus haud hactenus ſit, poſt quam a tot annorum millibus perennis continenſque effluviorum a ſuo corpore quaquaverſus per ingentia ſpatia facta eſt emanatio. Sed ad hanc difficultatem vel tollendam, vel ſaltem mitigandam ſequentia ſpectare juvat. 1. Solem ejusmodi fortaſſe eſſe lucis perennem fontem, ut effuſa ex eo lux circulatione quadam ex vaſto mundo in ipſum iterum redeat, veluti igneum quoddam mare, e quo flumina lucis oriantur omnia, in idem denuo reditura. 2. Summam eſſe, ingentemque Solis denſitatem, & magnitudinem; tum ab eo profectarum lucis particularum incredibilem & ad miraculum uſque eſſe exiguitatem: inde enim fit ut exigua Solis particula in lucem ſoluta, immenſa prope ſpatia implere valeat; atque adeo ſolaris corporis defectus ex lucis emanatione nondum evaſerit ſenſibilis: fac quippe ad unius pedis, vel etiam integri milliaris, imo plorimum, profunditatem abſumptum eſſe Solem, ea tamen jactura ad Solis immenſam magnitudinem nullam ſenſibilem haberet proportionem, multoque minus ex tam ingenti intervallo foret obſervabilis. 3. Effluviorum Solarium compenſationem aliquam fortaſſe dari, ſeu Soli alimenta identidem accedere ex cau-

dis

colligimus argumentum, quo particularum lucentium ſummam ſubtilitatem demonſtramus. Cum enim Sol a Terra 24000. ſemidiametris terreſtribus abſit; ſemidiameter vero Terræ ſecundum menſuram Geometrarum recentiorum (a) ſit pedum 19615782, erit diſtantia Soli a Terre 470788760000 pedum, hi a luce percurrunt intra 8 13, adeoque minuti ſecundi tempore pedes 980809933 $\frac{1}{3}$ percurruntur. Globus ex tormento bellico ſumma vi exploſus minuto ſecundo pedes 600. abſolvit, quamobrem lucis velocitas ad eam globi tormentarii erit, veluti 1634683 ad 1 proxime. Habeat, ille globus gravitatem decem librarum, ejus pondus, quod eſt 76800. granorum, multiplicatum in quadratum ſuæ velocitatis, dat vires; ut 76800: veluti pondus particule lucis ductum in quatratum ſuæ velocitatis, ſuas vires exhibet: Eſt quadratum hujus velocitatis 2672188510489. adeoque ſi particula lucis haberet id ponderis, quod eſſet grani pars $\frac{1}{34791121}$ proxime, haberet eaſdem vires, ac globus tormentarius modo memoratus ℔ 10 (1). Hic autem in corpora, quibus occurrit, ve-

(a) Suite de l'Hiſt. de l'Acad. An. 1719. part. 2. Ch. v.

dis Cometarum prope Solem tranſeuntium: qua de re audi Newtonum *ad calcem prop. 42. lib. 3. Princip. Math.*: *Cometa qui anno* 1680 *apparuit, minus diſtabat a Sole in Perhielio ſuo, quam parte ſexta diametri Solis, & propter ſummam velocitatem in vicina illa, & denſitatem aliquam Athmoſphæræ Solis, reſiſtentiam nonnullam ſentire debuit, & aliquantulum retardari, & propius ad Solem accedere: & ſingulis revolutionibus accedendo ad Solem, incidet is tandem in corpus Solis. Sed & in Aphelio, ubi tardiſſime movetur, aliquando per attractionem aliorum Cometarum retardari poteſt, & ſubinde in Solem incidere. Sic etiam ſtellæ fixæ, quæ paulatim exſpirant in lucem & vapores, Cometis in ipſas incidentibus refici poſſunt, & novo alimento accenſæ pro ſtellis novis haberi.*

(1) Nam ſi quantitas lucis $\frac{1}{34794121}$ in facta hypotheſi, per ſuæ velocitatis quadratum, nempe 1672188510489 duxeris, ſeu, quod idem eſt, eundem quadratum numerum per 34794121 diviſeris, eadem prodibit quantitas virium 76800, qua ſuperior tormentarius globus præditus erat. Conferantur, quæ ad pag. 103. tom. 1. adnot. 1. expoſita ſunt.

vehementer operatur, omnia deſtruendo; adeoque ſi particula lucis, memorata pars grani foret, idem præſtaret; cum autem lux Solis tenerrima florum petala illuminans, ea non deſtruat, imo leviter modo ſuccos in iis moveat, oportebit, ut ſubtilitas particularum ejus ſit ingens, & fere infinite minor, quam pars grani aſſignata. Forſitan ideo radius integer a Sole ad Terram uſque protenſus, ſuo pondere nondum grano æqualis erit. Quamobrem lux a Sole emiſſa per univerſum Planetarum Syſtema, præ ſubtilitate admodum rara, luci aliorum corporum lucentium non oberit.

§. 853. Lucis radius integer e corpore lucente emiſſus, ex luce ſucceſſive mota de ſpatio in ſpatium, & ſimul ex alia luce contemporanea conſtat: nam lucis radius integer inſtar faſciculi eſt ex aliis radiolis compoſiti, quorum ſinguli ſuo colore immutabili gaudent, qui omnes conjuncti ſimul in radio feruntur.

§. 854. Eſt lux materia fluidiſſima, idcirco reliquorum fluidorum inſtar, ex particulis vix ſecum cohærentibus conſtat, illapſaque non opacum reflectens, ſub quocunque angulo poterit repercuti, ſecundum Leges, quibus alia corpora, in obicem illapſa repercutiuntur.

§. 855. Cum per parvum foramen radii lucis plurimi, a diverſis objectis repercuſſi, tranſeant, & quilibet imaginem puncti objecti, a quo veniunt, una cum objecti coloribus ſupra album planum, eos excipiens, pingant, patet lucem in hoc foramine non permiceri, nec cum alia luce confundi; nec unam lucem motum aut directionem alterius lucis perturbare; unde radii ſe habent inſtar ſolidorum filorum perfectæ rigiditatis & immutabilitatis, exporrectorum ab objecto, a quo veniunt, uſque ad planum excipiens (1).

§. 850.

(1) Quidquid de lucis natura dicatur, id explicandum eſt, quomodo per ſubtiliſſimum foramen innumeri lucis radii a variis partibus venientes in obſcurum conclave penetrent, ibi-

§. 856. Queri in hac doctrina plurima poſſunt, quorum rationem non niſi conjectando huc uſque aſſequimur, qualia ſunt.

1°. An Ignis & lux ſubſtantia, an tantum magnitudine partium, an directione motus a ſe differunt? forte nec ſubſtantia, nec partium magnitudine differunt, cum copioſa Lux collecta ſemper Ignis characteres habeat: Ignis autem non luceat, niſi ad oculum in rectis lucis determinetus. Cochlear argenteum aliquantum calefactum, in tenebris non lucet: ei Adamantes, Criſtallive non lucentes, immittantur, exemplo lucere incipiunt, ignem receptum ſub lucis forma expellentes: idem aquæ calidæ injecti præſtant (a).

(a) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. A. 1735.

2°. An corpora terreſtria diviſione aut attenuatione abire in lucem poſſunt? Sola attenuatio forte non ſufficit, ſed quoque requiritur eadem ſoliditas, figura, mobilitas, & magnitudo partium; quæ omnia ſi concurrere poſſint, tum ex non lucente fieri poſſet lucens: vix tamen id contingere videtur, ſi ad Ignis proprietates, & æquabilem diſtributionem ejus per

ibique rerum externarum imagines diſtincte exprimant, quin invicem collidantur, perturbentur, unus alterius directionem, actionemque impediat? qui fieri poteſt ut in quacunque minima ſpatii particula rerum omnium circa eam poſitarum imagines integræ, impertubatoque ordine formentur, ita ut ibi conſtituto oculo omnium ſpecies diſtincte obverſentur? In eorum ſententia, quibus lux ab ipſis corporis lucidi effluxionibus non diſtinguitur, id ita declaratur. Lucem ſcil. compactam eſſe ſupponunt ex corpuſculis ad miraculum minutiſſimis, globi forma donatis, vehementique motu agitatis, uti jam vidimus; ex iiſdem, aliis poſt alia poſitis longa ſerie, fieri tenuiſſima fila; ex pluribus ejuſmodi filis inſtar funiculi contextis componi lucis radios. Cum vero horum radiorum plures ex diverſis objectis prodeuntes in anguſtiſſimum foramen, ſeu in exiguam ſpatii partem eodem tempore concurrunt, plura eorum radiorum fila, ſeu plures globulorum ſeries interrumpuntur, & e ſuo curſu deturbantur, ſed non omnes, ceteraque radiorum fila verſus priorem directionem moveri pergunt, eaque objectorum, ex quibus regeruntur, imagines, repræſentare apta ſunt, quemadmodum pellucida corpora etſi multos radios intercipiant ac reflectant, objectorum tamen imagines oculo ex altera parte conſtituto non occultant:

per ſpatia & corpora attendamus, atque ſimul perpendamus corpora non mutari in Ignem per §. 831. N°. 18°.

3°. Quomodo Lux e corporibus lucentibus, uti e Sole, vel pruna emanat? An, quia partes ſolidæ horum corporum remoræ a ſe, ſua vi attrahente ad ſe nituntur, atque accedendo interceptam lucem ea velocitate expellunt, qua exire obſervatur? Difficultas in prærapida lucis celeritate latet: ſed vis attrahens eſt potentia premens, lux obſtaculum eſt, adeoque per §. *166.*, eſt $P = O\,C$, manente P eadem, & decreſcente O, increſcit C, adeo ut ſi O fere evadat infinite parva quantitas, C requiratur fere infinite magna. Sed quomodo Lux exit ex flamma, in qua ſuperior conſideratio non videtur habere locum? (1)

4°. An lux ex omni corpore lucente æquali velocitate emanat? id nulla obſervatione conſtat; forte diſcrimen velocitatis eſt magnum, quia lux e corporibus expellitur pro varia vi, qua illorum partes ſe trahunt. Nihilominus ex obſervationibus Bradleii ſequitur, lucem e Sole & ſtellis fixis ad Terram æquali ferri celeritate.

5°. An Lux reflexa a corpore opaco eandem velocitatem ſervat, quam qua inciderat modo emiſſa ex corpore lucente? ſi angulus reflexionis ſit æqualis angulo incidentiæ, erit eadem lucis celeritas. Obſervationes Bradleii evincere videntur, lucem e

(1) Sed ut Auctoris ratiocinium vim habeat, ponendum eſt inter ſolidas lucentium corporum partes a ſe remotas unicam tantum mediare, eamque infinitæ pene exiguitatis, lucis particulam; quæ tamen ſuppoſitio quum ſit abnormis nemo non videt. Præterea poſito obſtaculo O, ſeu lucis particula infinite exigua, vel ſummæ parvitatis, non videtur qui eadem ad mutuum partium ſolidarum acceſſum tanta cum vi expelli debeat; nam ea particula vel extra contactum eſt, & tunc nulla videtur ejus emanationis cauſa; vel in ipſo contactu mediat, & tum ibidem compreſſa potius remaneret. Alii circularem Solis motum pro lucis emanationis Cauſa commenti ſunt; ſed nec inde immenſam lucis velocitatem potuerunt explicare, nec lucis emanationem in aliis lucentibus corporibus, in quibus is circularis motus non datur.

Sole ad nos directe emiſſam, tum a circumjovialibus replicatam, ſemper eadem celeritate procurriſſe.

60. An non ea corpora facillime lucent, quæ partibus Oleoſis & Sulphureis abundant, ſimulac frictione, percuſſione, putrefactione, motu vitali, aliave cauſa incipiunt moveri? Ob quam rationem mare ventis agitatum lucet; vel dorſum felis, collum equi, contra pilorum ſitum & ordinem tritum? Lignum, caro, piſcis putreſcens? Oculi animalium & muſcæ volantes? tum cur globus vitreus, velociter circumactus, & manu tritus, purpuream manui adhærentem lucem ſpargit?

CAP. XXVIII.

De Luce refracta.

§. 857. Cum lux e corporibus lucentibus egreſſa, ſive per ſpatium inane, ſive per corpus quodcunque, Firmum vel Fluidum tranſit, dicitur tranſire per *Medium*: ita enim appellatur, quicquid luci tranſitum concedit.

§. 858. Si Medium ſit homogeneum, atque ubivis ejusdem denſitatis, ſimulac lux in illud penetraverit, pergit in via rectiſſima, a primo ingreſſus puncto uſque ad exitum ſuum, quacunque directione inceſſerit, quantum ex obſervationibus huc uſque captis colligere licet.

§. 859. Si lux ex uno Medio tranſeat in alterum, quod ipſam vi majori attractrice trahat, lucis velocitas augebitur: agit enim Medium vi attrahente in ſingulas lucis particulas directione ad ſe; adeoque lux ad hoc Medium partim ſua velocitate, partim illa fertur, quam a vi attrahente acquirit; increſcet igitur lucis velocitas.

§. 860. Si radius lucis directione perpendiculari ex uno in alterum Medium, magis attrahens, feratur, in eadem recta producta tranſibit.

Tab. I. Fig. 2. Sit enim Medium X, ex quo radius RF in Medium magis attrahens Z fertur, cujus ſuperficies eſt AB:

A B: ex hac vis attrahens exeat, exporrecta uſque ad C D, quæ agit in rectis ad hanc ſuperficiem perpendicularibus, erit ſpatium attractionis C D A B; adeoque radius R F perveniens ad O, tum motu ſuo feretur, tum vi attrahente, quæ agit in eadem directione O E; ideo radius in via priori R O E incedere perget, etiamſi accelerato motu actus.

§. 861. Si vero idem radius lucis ex Medio X ad alterum Z directione R O K obliqua ad ſuperficiem A B feratur; a via priori aberrabit, aliamque O F ingredietur, quæ aberratio appellatur *Refractio* (1). Tab. I. Fig. 3.

 Si-

(1) Quo igitur refractio detur, duo requiruntur. 1. ut media inter ſe denſitate differant. 2. ut radius cum ſuperficie media dirimente obliquum angulum efficiat. Reapſe his poſitis conditionibus refractionem dari plura experimenta docent. Si in capſula lignea normali (*Vid. fig.* 1. *Tab. Addit.*) B C F ſolares radii A B, *ab* per unum idemque medium, puta ſolum aerem tranſeant, recta ad D, d, progredientur, umbram erectæ tabulæ C B terminantes in D & *d*. Tum poſito intra capſulam cubo vitreo ejuſdem cum ipſa altitudinis, iidem radii A B, *a b* eodem modo illapſi per novum hoc & craſſius medium non amplius recta incedent, ſed in ipſo ingreſſu B, *b* fracti ad E & *e* dirigentur; erectæ tabulæ umbram multum abbreviantes. Cumque ita refracti radii B E, *be* ad perpendiculares B C, *bc* inclinentur & accedant, ad *perpendiculum refrangi* idcirco dicuntur; idque plerumque contingere ſolet, cum ex rariori in denſius medium lux tranſit. Ex adverſo ſi diſcus paulo profundus nummum in fundo jacentem habeat, removeaturque a diſco oculus, donec vaſis labra nummum eidem oculo ſubducant; effuſa porro aqua in diſcum, nummus ex eo loco videbitur, ubi prius videri haud poterat. Argumento id eſſe debet, quod lucis radii ab aqua in aerem egredientes, in puncto dirimentis ſuperficiei rumpantur, & a perpendiculari linea, quæ ad idem ſuperficiei punctum ducitur, recedentes, intuentis oculos tum ſubeant, quos ante refractionem ob diſci labra ſubire nequibant. Vocatur ejuſmodi refractio *a perpendiculo*, acciditque plerumque cum ex denſiori in rarius medium lux egreditur.

Id vero in lucis refractione adnotatu maxime dignum eſt, quod ſcil. diverſa a ceteris corporibus ratione fiat. Experientia quippe, nec ipſa refragante ratione, conſtat, plumbeam e. g. pilam ex aere in aquam, ſeu ex rariori in denſius medium tranſeuntem, variata directione in ipſo puncto incidentiæ dirimentis ſuperficiei, a perpendiculari ex eodem puncto excitata recedere; contra ad eandem perpendicularem accedere, ſi ex aqua in

ac-

Simulac enim radius pervenit ad O, motu duplici fertur, O K proprio, & O S a vi attrahente; quare in via O E, diagonali parallelogrammi O K S F feretur per §. 357.

§. 862. Quoniam O F magis ad perpendicularem O S in ſuperficie Medii A B, quam O K, accedit, fit *Refractio ad perpendiculum*, quotieſcunque lux oblique incidit in ſuperficiem Medii plus trahentis, quam e quo venit.

Tab. I. Fig. 4. §. 863. Si radius lucis R O ex medio magis attrahente oblique in ſuperficiem AB minus attrahentis Medii Z inciderit, *refringitur recedendo a perpendiculo*.

Si enim terminus Medii X magis attrahentis ſit C D, operantiſque verſus A B, radius R O exiturus ex Medio X, non poteſt viam R O K ſervare; agitur enim magis a vi attrahente Medii X, quam a Z, & quidem directione M O; qua ſi quantitate K L moveatur, cum interim fertur ab O in K, duplici actus motu tendet ab O ad L. Hac via eundo, magis a perpendiculo O M, quam O K recedit.

§. 864. Quoniam vis attrahens, quæ ex corporibus exit, eſt maxima in eorum ſuperficie, decreſcitque, quo plus ab illa receſſit, per §. 498.: antequam lucis radius ex rariori Medium denſius, vel cum ex denſiori ingreditur Medium rarius, in linea curva exigua feretur; deinde actus, quantum poteſt a vi attrahente, rectam vim ſervabit.

Tab. I. Fig. 5. Sit enim radius Rr, qui ex medio minus attrahente, ad magis attrahens oblique ad ſuperficiem GG feratur, terminus attractionis ſit M M, atque agat attractio in rectis ad ſuperficiem G G perpendicularibus: Radius proinde R A illapſus in vim attrahentem, a via

aerem, ſeu ex denſiori in rarius medium tranſierit. Ceterum ejuſmodi lucis proprietatem haud recens detectam putandum eſt, cum apud Veteres ejusdem veſtigia occurrant: exſtat ſiquidem inter Ariſtotelis problemata illud in quo de remorum ſub aquis viſorum curvitate agitur; tum Archimedem librum ſcripſiſſe conſtat de annulo ſub aquis viſo: utrumque ad lucis refractionem pertinet.

via R *r* in aliam A *a* detorquebitur, verum perveniens ad *b*, propius a ſuperficie G G, magis attractus, ingreditur viam *b b*; inde delatus ad *c* plus iterum attrahitur, fereturque in recta *c c*; cumque omnes hæ rectæ, *a*, *b*, *c*, ſint admodum breves, curvam component. Quia vis attrahens ad exiguam diſtantiam a ſuperficie G G exporrigitur, erit hæc curva admodum brevis: ſimulac enim radius ſuperficiem G G ingreditur, non amplius a via detorquebitur, utpote actus jam, quantum poteſt, a vi attrahente, quæ per totum Medium æquabiliter diffuſa eſt. Simili modo radius exiens e medio magis attrahente in alterum, quod minus attrahit, movetur in curva, quæ ſitum priori contrarium ſervat, Tab. I. Fig. 6. ut patet in fig. 6., in qua G G ſuperficies Medii magis attrahentis, M M limes attractionis ejus, radiuſque R *a*, attractus continuo verſus G G in curva *a b c d* fertur, tandemque pergit in recta *d d*. Si hoc medium inter G G & M M ſit vacuum, radius a vi tota attrahente corporis G G, verſus G G incedet. Si vero detur Medium poſt G G, aliquantum, licet minus quam G G, attrahens, imminuetur vis attrahens medii G G, quia ambæ vires directionibus ſibi oppoſitis agunt; quare G G modo in radios exceſſu ſuarum virium agit, qui quo minor eſt, eo minor etiam refractio erit.

§. 865. Radios ad magis attrahens medium delatos inflecti, antequam ſuperficiem attingant, probavimus in §. 498. cum lux Solis inter acies cultrorum tranſit, quippe tum a via recta nonnihil detorquetur; atque eo magis, quo acies ad ſe propius acceſſerint.

2°. Radios ex Medio denſiori ingreſſuros rarius inflecti probatur: quia cum vitrum planum, aut longioris tubi lentem, in aëre poſitam, oblique inſpicimus, duplex objectorum ſublimium, & ante nos poſitorum imago videtur, quarum altera evaneſcit, ſimulac aqua vel oleum inferiorem vitri ſuperficiem attigerit: Nam radius R *a* ex vitro G G aërem in- Tab. I. Fig. 7. greſſurus, vi magna attrahente vitri detorqueatur ex

via ſua *a a* in curvam *a b c d e f g h i k*, rediensque in vitrum, & tranſeundo directione *k* K, alteram objecti imaginem repræſentet: ſimulac vero aqua vel oleum inferiori ſuperficiei vitri G G illinitur, deorſum ab his trahitur radius R *a*: vitri igitur vi imminuta non redit inflexus radius, ſed potius in recta *a a*, vel *b b* incedit, quo altera imago objecti evaneſcit.

§. 866. **Ex** quibus manifeſto ſequitur, refractionem lucis a viribus attrahentibus Mediorum pendere: quæ vires ſunt plerumque in proportione denſitatum (1), exceptis nonnullis corporibus oleoſis & inflammabilibus, quæ in majori ratione trahunt, quemadmodum Newtonus (*a*), Hauksbejus (*b*), & Helshamus (*c*), plurimis experimentis evicerunt: Oleum enim Ceræ leviſſimum habet pondus reſpectu Butiri Antimonii, ſcilicet uti 662 ad 1976, cum ratio refractionis in utroque ſit veluti 6685 ad 5941, hoc eſt

(*a*) Optices Lib. 2. Part. 3. prop. x.
[*b*] Phyſic. Mech. app. §. x.
[*c*] Lectures pag. 292.

(1) Atque hinc oriuntur notiſſimæ refractionis leges, quod ſcil. lux ex rariori in denſius medium tranſiens a ſemita ſua recedat, ſeu refrangatur, ad perpendicularem lineam accedendo; ex denſiori vero in rarius medium exeundo, refrangatur a perpendiculo recedendo. Quod ſcil. in priori caſu denſius medium (*Tab.* 1. *Fig.* 3.) Z utpote majori vi attrahente præditum, quam X, radium B O perpendiculariter ad ſe trahat, per lineam ſcil. O S; idem vero radius B O cum per O K dirigatur, medius tranſeat neceſſe eſt inter O S & O K, atque ita ad perpendicularem O S accedat. In poſteriori vero caſu, cum minor ſit vis attrahens (*Tab.* 1. *Fig.* 4.) rarioris medii Z, major denſioris X, etſi ex denſiore X radius egrediatur, ad illud tamen vi K L urgetur, atque ita per O L incedet a perpendiculari O M recedendo. At cum non ſemper attractionis vis denſitatum rationem ſectetur, ſed minus quandoque denſa, præſertim ſi oleoſa, & inflammabilia ſint, majori attrahendi vi donantur, ut Auctori obſervatur; hinc relatæ refractionum leges pro univerſalibus haberi nequeunt.

Atque inde memoratum diſcrimen inter reliquorum corporum, & lucis refractionem liquet. Eorum quippe refractio ex mediorum reſiſtentia dependet; lucis vero, ex eorundem mediorum attractione. Quo itaque media denſiora ſunt, eo majorem velocitatem corporibus, quæ per ipſa moventur, adimunt, ob majorem, quam corpora in iis patiuntur, reſiſtentiam; eadem contra media quo denſiora ſunt, eo majorem velocitatem lucis radiis conciliant, ob majorem, qua donantur, attractionis vim.

eſt circiter veluti 1, 16 ad 1; adeoque non eſt refractio ſemper in ratione ponderis.

§. 867. Inventa vera refractionis cauſa, aliorum Philoſophorum opiniones facile excutiuntur, quæ nequaquam experimentis reſpondent. Ingenioſe obſervaverat Carteſius, radii viam R O, reſolvendam in R C, parallelam ad A B, & in C O, perpendicularem ad eandem; deinde finxit, lucem facilius per medium denſius, quam per rarius tranſire, utpote in motu minus turbandam a medio, cujus partes minus mobiles ſunt (1). Si igitur lux ex Aëre X Tab. I. Fig. 8.

B 4 in

(1) Ut id clarius explicet D. Carre, liberum aerem ponit inteſtino ſemper motu cieri, ejuſque partes quaquaverſus agitari, eaque agitatione lucis radios turbari, rumpi, ac debilitari; corpora vero pellucida quo denſiora ſunt, eo arctiores habere porulos, minoremque aeris ſeu ætheris quantitatem intercipere; quæ proinde corpora lento motu agitata, faciliorem aditum lumini præbent. Verum hanc Carteſi doctrinam acriter inſectatus eſt Fermatius, quod a recta ratione omnino abhorrens ei videretur faciliorem lumini præſertim corporeæ tranſitum eſſe in denſioribus, quam rarioribus mediis; hinc contra Renatum poſuit lucem velocius per rariora, quam per denſiora progredi; ex eoque principio eaſdem ac Carteſius refractionis lucis leges derivavit.

Verum quid hac de re ſentiendum ſit, haud difficulter ex ipſa experientia elici poterit. Hac quippe conſtat lucis radium R O dum oblique in puncto O dirimentis ſuperficiei A B incidit, per O N inclinari, a perpendiculari O K recedendo, ſi medium X denſius ſit medio Z; contra ſi X rarius fuerit Z, per O S incedere ad eandem perpendicularem O K accedeudo; adeout in priori caſu angulus N O K major ſit angulo T O K, ſeu ad verticem oppoſito R O C; in ſecundo vero angulus S O K eodem T O K ſeu R O C minor. Diſtinguatur vero motus lucis obliquus R O in duos R H, R C, quorum alter ad ſuperficiem A B ſit perpendicularis, alter eidem parallelus: tum patet lucis motui R C nihil reſiſtere medii ſuperficiem, utpote ei parallelam. Sumpta igitur alia ex parte recta O I ipſi RC æquali, radius poſt refractionem ea progredietur velocitate, qua eodem tempore, quo ante refractionem pervenit ab R ad O, ſpatium O I emetiri valeat. Sit medium Z rarius quam X, & O N ſit via radii refracti a perpendiculo O K recedentis, cui occurrat in N perpendicularis ex I ducta; eo elapſo tempore lucis particula reperietur in N. Sunt itaque R O, O N ſpatia a luce ante & poſt refractionem æqualibus temporibus emenſa, atque adeo ut velocitates ante & poſt refractionem. Sed eſt O N minor

OT,

in Aquam Z feratur, accelerabitur, ita ut pari tempore viam æqualem O C, non deſcribat, ſed aliquam majorem O D; ductaque tum D F = R C, movebitur in recta O F, accedendo ad perpendiculum C K. Verum quomodo radius celeritate C O delatus, accelerari poterit in medio Z? imo licet huic omnem reſiſtentiam ſuſtuleris, nulla acceleratio adhuc ſequetur; ad eam enim cauſa, novum motum producens, deſideratur. 2°. Præterea ecquis men-

O T, ſeu R O; ergo motus lucis refractæ in rariori medio Z lentior quam in denſiori X. Quod ſi medium Z altero X denſius fuerit, ſemitaque refracti radii ad perpendiculum accedentis fuerit O S, cui ex I perpendicularis occurrat I S, erunt R O, O S ſpatia ante & poſt refractionem deſcripta, atque adeo ut velocitates; & ob rectam O S ipſa O T, ſeu O R majorem, erit etiam motus lucis refractæ in denſiori medio Z incitatior quam in rariori X.

Immerito itaque a Fermatio reprehenſus eſt Renatus, quod lucem in denſiori Medio velocius incedere poſuerit, cum reapſe id facto ipſo conſtet: at veram ejus velocioris curſus rationem abs majori denſioris medii attractione pendentem non intellexit Renatus, quam idcirco ex ipſa medii majori denſitate, indeque orta, ut ipſi videbatur, minori reſiſtentia, perperam mutuatus eſt.

Id vero hic adnotatu maxime dignum occurrit, quod Carteſius lucis motum retardari, & accelerari poſuerit, lucem tamen ipſam in inſtanti ad longingua intervalla diffundi voluerit; quaſi videl. hæc duo non ſecum invicem pugnarent.

At mirum eſt Cl: Fermatium, etſi contra Carteſium lucis progreſſum tardiorem poſuerit in denſiori medio, celeriorem in rariori, ad eaſdem nihilominus refractionis leges deveniſſe, quas Carteſius ex contrario principio derivaverat. Verum ſciendum eſt aliam Fermatio aſſumtam fuiſſe hypotheſim pro laudatis refractionis legibus deducendis, lucem ſcil. in refractione minimo temporis intervallo de loco ad locum tranſire, etſi breviſſima via non incedat. Probatum id deinceps eſt Leibnitio, Hugenio, Hoſpitalio, Wolfio; verum Cl. Petrus Martino doctiſſima hac de re edita diſſertatione idipſum a veritate abludere ait; inſtitutoque calculo oſtendit minimum, quod in refractione occurrit, a ſpatio & velocitate ſimul eſſe deſumendum; quatenus ſi ponatur *a* deſignare velocitatem ante incidentiam, *b* velocitatem poſt refractionem, *x* ſpatium a lumine emenſum ante refractionem, *y* ſpatium poſt refractionem, ſit $a\,x + b\,y$ omnium ſimilium factorum minimum. Ex duplici vero aſſumta a Fermatio hypotheſi, utraque falſa, quarum *altera alteri medeatur*, factum eſſe putat, quod in receptas refractionis leges Fermatius devenerit.

Digitized by Google

mente concipere valet, lucem per denſiora media; imo per firma corpora tranſeuntem, minorem offendere reſiſtentiam, minuſque retardari, quam per rariora media, fluidaque pertranantem? uti tamen opinabatur Carteſius. 3°. Sed cum hic Philoſophus corporum firmitatem in quiete poſitam adſeruit, an Vitri, an Electri partes quiete different? cum viribus lucem refringentibus variis inſtruantur; eſt enim vis Electri ad eam in vitro, veluti 13654 ad 5436. 4°. Sed dantur Fluida, quæ Lucem plus quam firma refringunt, dantur Fluida, quæ minus refringunt, in hiſce caſibus Carteſii ſententia locum habere nequit.

§. 868. Dechales (a) radium D C A B ex radiolis, aliquantum cohærentibus, compoſitum conſiderans, refractionem ad perpendiculum fieri notat, cum ex medio rariori in denſius, vel magis reſiſtens E B, radius ingreditur, quia pars ejus B citius reſiſtentiam experitur, quam A; igitur B moveri tantum poteſt quantitate F B, cum A minus retardata eodem tempore moveatur majori quantitate A G: inflectetur proin radius ad perpendiculum G I (1), adeo ut, cum angulus incidentiæ ſit C B H, refractionis ſit K G I. Verum huic ſententiæ obſtat, quod lux magis ab Aqua refringatur, quam a Vitro, Cryſtallo, Sale Gemmæ, & adhuc multa magis a Spiritu vini rectificato, quam ab Aqua, cui nemo

(a) Dioptricæ Lib. 1. Tab. 1. Fig. 9.

[1] Ex ea ſcil. punctorum B & A motuum inæqualitate, aliqua radii A B C D oritur rotatio, puncti quidem A per arcum majorem A G, puncti vero B per minorem arcum B F, itaut recta A B ſitum acquirat G F. Ingreſſo vero puncto A in idem medium, ea motuum inæqualitas tollitur, atque adeo pergit utrumque punctum A & B in incepto ſemel itinere, quo ad perpendicularem deflexerunt. Quod ſi contra radius K G B L ex denſiori in rarius medium tranſeat, contraria tum refrangetur ratione: nam cum punctum G primum emergat ex craſſiori medio in ſubtilius, minori difficultate incedet, dum interim punctum B craſſiori adhuc medio immerſum plus reſiſtentiæ reperit: ex qua motuum inæqualitate iterum rotatio conſequitur, ſed in partem a perpendiculari averſam, donec punctum G in A delatum, eadem velocitate cum puncto B deinceps incedat.

nemo majorem reſiſtentiam , quam Vitro ſolido facile adſcribet: at excuſandus hic eximius Geometra, quia ingenue fatetur , ſibi in ſua ſententia hærere Aquam , nec ſe ſibi ſatisfeciſſe . Eandem cum Dechales ſententiam fovit Barrovius in Lect. Opticis, niſi Dechales hunc fuerit ſecutus.

§. 869. Alii Philoſophi diverſas iniverunt vias, ut Refractionem explicarent. Qui autem ad reſiſtentiam diverſam attenderunt , ſive eam in Fluidis majorem quam in Solidis , ſive contrariam ſtatuerunt , nunquam experimenta Newtoniana ex hujuſmodi principiis exponere potuerunt . Nec feliciores fuerunt , qui ex principio quodam Mechanico rem exponere aggreſſi ſunt . Nam refractio a vi attrahente Medii pendet , quæ Mechanica non eſt , & ſingularis in quolibet corpore , non ſemper ſequens proportionem maſſæ corporeæ.

§. 870. Quia radius lucis delatus ad aliud Medium refringens curvam breviſſimam deſcribit , facilitatis ergo in ſequentibus , eum in linea recta ferri uſque
Tab. 1. Fig.8. ad Medii refringentis ſuperficiem ponere licet . Sit igitur Medium X rarius , Z denſius , hujus ſuperficies A B, in quam radius R O oblique incidat, ductaque perpendiculari C O K in ſuperficiem A B, appellabitur R O *Radius incidens*, atque R O C *Angulus incidentiæ*; & perpendicularis R C in O C *Sinus anguli incidentiæ*: tum *Radius Refractus* erit O F, *Angulus Refractionis* D O F: & *Sinus anguli Refractionis* erit perpendicularis D F.

§. 871. Quacunque inclinatione radius incidat in ſuperficiem alterius Medii refringentem, inter Sinus angulorum incidentiæ & refractionis manet conſtans & immutabilis ratio.

Si enim R O celeritatem radii incidentis deſignet, hæc conſtans erit : reſolvi autem poteſt in R C & C O , per §. 457. Quatenus radius motu R C, parallelo ad A B fertur, non acceleratur, ſed tantum motu C O: acceleretur quantitate D K, capta O I = O H = R C , demittatur perpendicularis I S, & in O K perpendicularis K S; tum ducta O S celeritatem

radii

radii refracti indicabit, quæ conſtans etiam erit: erectaque D F, erit O S ad F O = R O : : S K = O I = R C, qui eſt ſinus anguli incidentiæ, ad C F, ſinum anguli refractionis: adeoque propter conſtantes R O, O S, etiam ratio D F ad K S conſtans erit.

§. 872. Sunt hi ſinus in ratione reciproca celeritatum in hiſce Mediis (1).

§. 873. Conſtantem refractionis rationem dari invenit Snellius, uſus tamen Complementorum ſecantibus, loco Sinuum. Ducatur perpendicularis B L ad extremum Diametri A B, protrahatur R O, uſque ad Tangentem in E, ut & O S uſque ad L. Eſt O E Secans anguli B O E = R O H, & O L Secans anguli B O L; ductaque F P perpendiculari ad A B, erit O E, O B : : O R, O H; & quoque O L, O B : : O F, O P: ergo O E x O H = O B x O R; & O L x O P = O B x O F; ideoque O L x O P = O E x O H: quare erit O L, O E : : O H, O P; adeoque eſt Secans Complementi refractionis, ad Secantem Complementi incidentiæ, ut Sinus incidentiæ, ad Sinum refractionis. Tab. I. Fig. 8.

§. 874. Carteſius inventione Snelli uſus, primus adhibuit Sinus, atque ita huic doctrinæ non parum lucis & commodi affudit. Veteres pro varia radii incidentis inclinatione, angulum Refractionis differre

(1) Eſt enim O S velocitas in medio Z poſt refractionem; O F = R O eſt velocitas ante refractionem in medio X. Sed eſt K S ſeu R C ſinus anguli incidentiæ, ad D F ſinum anguli refractionis, ut O S, ſeu velocitas poſt refractionem in medio Z, ad O F ſeu R O velocitatem ante refractionem in medio X. Ergo patet propoſitum. Falſus itaque eſt Chriſtianus Wolfius, cum *Elem. Math. Univ. tom. 3. pag. 177. edit. Genev.* tradit in refractione eſſe ſinum *anguli incidentiæ ad ſinum anguli refracti in conſtante ratione, ea ſcil. quæ eſt celeritatis luminis ante refractionem ad celeritatem ejusdem poſt refractionem*; ex demonſtratis enim liquet eorundem angulorum ſinus non directam, ſed reciprocam prædictarum celeritatum rationem ſervare. Inde vero Cl. Viri error originem traxit, quod conſtantem eorum ſinuum rationem deduxerit ex hypotheſi, quod breviſſimum ſit tempus, quo in refractione de loco in locum pervenit radius; quod falſum eſſe jam monuimus.

ferre obſervaverunt, quamobrem Tabulas refractionum magno labore conſtruebant, pro variis radiorum incidentium inclinationibus, quibus carere nunc poſſumus.

[a] Epiſt. 2. Aſtronomica de Solis refractione.
[b] Lection, Opticæ.

§. 875. Confirmaverunt quoque conſtantem rationem Sinuum D. Caſſinus (a), & J. Newtonus (b), variis experimentis. Neque refert ſive Lux e medio rariori inciderit in denſius, aut contra.

Tab. 3. Fig. 3.

§. 876. Demonſtratum eſt in Trigonometria plana, in omni Triangulo rectilineo ABC, Sinus angulorum eſſe proportionales lateribus, quæ iiſdem angulis opponuntur: Si autem in duobus Triangulis ABC, CBE, anguli BAC, BCE ſint parvi, quorum ſinus eſt eadem linea BE, erunt anguli in ratione inverſa laterum ſuorum. Nam eſt angulus BAC ad BCE, ut Sinus anguli BAC ad Sinum anguli BCE (1), hoc eſt, ut BC ad BA, ſive ut EC ad EA. (2)

Tab. 1. Fig. 10.

§. 877. Lux e Sole A emiſſa, tranſit primo per Spatia cœleſtia, ſive per Medium vacuum, tendendo ad Terram, dein oblique in Terræ Atmoſphæram B, ſive in Medium denſius incidens, refringitur ad perpendiculum: cum vero Aëris denſitas, quo Terræ propior eſt, perpetuo increſcat, increſcet eticm lucis refractio in locis C, D, E, F, in quibus major denſitas perpetuo exſiſtit; quamobrem dum lux per Atmoſphæræ varias denſitates tranſit,

(1) Anguli enim admodum exigui ſinuum ſuorum rationem ſequuntur. Sint quippe duo anguli (*Vid. fig.* 2. *Tab. Addit.*) DAB, CAB; deſcripto circulo BDO, ii erunt ut arcus intercepti DB, CB: at iiſdem diminutis angulis, arcus DB, CB eadem ratione minuuntur, donec tandem cum recta linea eorum ſubtenſa confunduntur: tum vero ductis normalibus DF, CE, qui eorum angulorum ſunt ſinus, duo triangula DFB, CEB pro rectilineis ſimilibus haberi poterunt; atque adeo erit DF ad CE, ut arcus DB ad arcum CB, ſeu ut angulus DAB, ad angulum CAB.

(2) Exiguis enim admodum angulis (*Fig.* 3. *Tab.* 3.) BAC, BCE, duo reliqui ABE, AEB, itemque duo CBE, CEB pro æqualibus haberi poterunt; atque adeo *per* 5. *l.* 1. *Elem.*, erunt duo latera BA, AE æqualia, itemque æqualia duo BC, CE; adeoque BC : BA :: EC : EA.

ſit, deſcribet curvam BCDEF; & quoniam in eadem altitudine a Terra, Aëris denſitas ſingulis diebus mutatur, tum quoque Aër exhalationibus & vaporibus, vario modo lucem refringentibus, plus minus perpetuo accumulatur, incoſtans erit lucis per Atmoſphæram via, quæ nec Cyclois, nec Epicyclois erit ſecundum de la Hirium (*a*), veluti probavit Hermannus (*b*), & quam idcirco alio modo determinare conatus fuit Taylorus (*c*). Differre vero Atmoſphæræ refractionem continuo, animadvertit Nedletonus (*d*), qui cœlo nubiloſo humidoque collis altitudinem dimenſus, angulum majorem vidit, quam tempore ſicco & ſereno (1). Sed & collium apices ex eodem loco inſpecti, altiores ſub Aurora & Veſpera, quam Meridie cœlo ſereno apparent. Et Hyeme altiores quoque, quam Æſtate obſervantur. Aërem revera lucem per ſe tranſeuntem refringere, experimentis variis probaverunt Lowthorpius (*e*), tum poſtea Hallejus & Hauksbejus (*f*), ac in Gallia Delislius (*g*), quamvis dubium ſepereſſe nullum ſinerent obſervationes Aſtronomicæ, altius, quam par erat, ſupra horizontem ſydera oſtendentes, tum Solis Lunæve apparitio ſupra horizontem, cum jam occiderint; ut & crepuſcula matutina ac veſpertina. Ex hac refractione lucis ſequitur, nos nunquam ſydera in ſuo vero loco conſpicere, ſed altiora, adeo ut videatur A in L; niſi cum culminant.

§. 878. Si radius lucis ex Aëre oblique in Aquam incidat, refringitur ad perpendiculum: in qua refra-

[*a*] L' Hiſt. de l'Acad. Roy. An. 1702.

[*b*] Act. Lipſ. An. 1706.

(*c*) Methodus fluxionũ inverſa. Prop. 28. Prob. 22.

(*d*) Phil. Tranſ. N. 388.

(*e*) Phil. Tranſ. N. 157.

(*f*) Phyſic. Mechan. Experim. pag. 175.

(*g*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1719.

[1] Ex Opticæ principiis objectum in ea recta ab oculo refertur, quæ in directum jacet alteri oculum ultimo percellenti. Quamobrem ſi (*Fig.* 10. *Tab.* 1.) A ſit collis alicujus vertex, & per eum tranſiens radius A B poſt varias refractiones tandem oculum ſubeat ſecundum rectam E F, in hac eadem producta, veluti in L referetur ab oculo objectum, ſeu in ſitu altiori, quam reapſe ſit. Quod ſi itaque ad aliud punctum X oculus referatur, erit angulus L F X eo major; quo magis radius A B refrangitur; tum collium apices eo altiores conſpicientur, quo item majores ſunt radiorum refractiones.

fractione ſinus anguli incidentiæ eſt ad eum refractionis, uti 9434 ad 7071, ſive ut 4, 002 ad 3, proxime uti 4 ad 3, tradente Nevvtono (*a*); obtinet hæc proportio inter radios e Sole emiſſos, allapſoſque in Aquam, qui refracti viridem colorem exhibent. Inter radios per Aërem delatos, & a vitro refractos, datur ratio ſinuum uti 8097 ad 5240, proxime uti 17 ad 11 (*b*): aliorum autem coloratorum radiorum diverſa eſt refrangibilitas, rubri enim minime refringuntur, violacei radii maxime; adeo ut horum incidentium & refractorum ſinus ſint ad ſe invicem, uti 80481, & 81656, ad 524000. Varias accuratiſſimaſque methodus refractionem lucis per varia media menſurandi præſtantiſſimus Philoſophus in Lectionibus Opticis tradidit, quæ conſulendæ ſunt.

[*a*] Lect. Optic. Part. 1. Sect. 2. §. 35.

[*b*] Newton Lect. Optic. p. 1. Sect. 2. §. 20.

§. 879. Interim notandum, lucem, in medium aliquod corporeum incidentem, non illibatam totamque tranſire, ſed aliquam ejus copiam a viribus Medii repellentibus reverberari: adeo ut poſt Medium ſemper infracta lucis claritas obſervetur: Aëra multum lucis repercutere patet, qui lateraliter inſpectus Solis radius, videri poteſt: plus lucis intercipit vas plenum Aquæ, Spiritus, Olei, aut ipſum vitrum. Quale lucis tranſeuntis per Vitrum, Aquam marinam &c. decrementum ſit, ingenioſis experimentis determinare conatus fuit Cl. Bouguerius (*c*).

(*c*) Eſſay d' Optique Sect. 1. §. 3.

§. 880. Quoniam proinde Media corporea, quamvis tenuia, tantum lucis intercipiunt, fieri nequit, ut ea, quæ e Stellis fixis remotiſſimis ad Terram uſque venit, per medium corporeum tranſierit, quippe in intermedia immani diſtantia, aut a particulis ſolidis medii, vel ab earum vi repellente, repercuſſa fuiſſet ſatis cito omnis: cum tamen Stellæ fixæ admodum micare obſerventur, earum lux neceſſario per vacua cœleſtia ſpatia uſque ad Atmoſphæram tranſit.

CAP.

CAP. XXIX.

De Luce illapſa in ſuperficies Planas & Sphæricas, Mediorum refringentium.

§. 881. QUoniam Lux ex corpore lucente S exiens, vel ab opaco punčto S repercuſſa, fertur inſtar radiorum S A, S B, S C, S E, ex centro ſphæræ S emiſſorum, radii perpetuo a ſe recedent, formantes angulum; vocantur hi *Divergentes* & quo majorem angulum formaverint, eo *magis Divergentes* dicuntur: ita SA, SE, plus quam SA, SB divergunt. In genere vocantur *Divergentes*, quicunque magis a ſe recedunt, quamvis non ex punčto egrediantur. Tab.I. Fig. 11.

§. 882. Punčtum lucens S, vel opacum reflečtens, appellatur *Punčtum radians*.

§. 883. Qui radii a ſe diſtantes, propius continuo ad ſe mutuo accedunt, vel in punčto concurrunt, vocantur *Convergentes*: quales forent AS, CS, ES, ex A & C venientes.

§. 884. Punčtum vel locus, in quo radii convergentes concurrunt, vocatur *Focus*.

§. 885. Punčtum vel locus, in quo radii convergentes concurriſſent, ſi in eodem medio pergere potuiſſent; aut punčtum, e quo radii divergentes, rečta produčti, veniſſent, vocatur *Focus Imaginarius*.

§. 886. Si radii Lucis non multum divergentes AD, AC, AB in ſuperficiem planam SD, Medii denſioris Z, quam X, e quo veniunt, incidant, refringuntur ad perpendiculum, delati in rečtis BE, CG, HD, qui dučti retro, quaſi ex foco imaginario O, remotiori a ſuperficie SD proveniunt. Eſt diſtantia AD punčti radiantis A, ad OD, diſtantiam foci imaginarii a ſuperficie SD; ut ſinus anguli refračtionis, ad ſinum anguli incidentiæ. Tab.I. Fig.12.

Nam AD perpendiculariter lapſus in SD, ad H rečta tranſit abſque refračtione: radius AC oblique in-

incidit in SD, in quam ducatur perpendicularis Cp, erit GCp angulus refractionis, cui eſt æqualis COD. Sed per §. 876 eſt ſinus anguli COD, ad ſinum anguli CAD, veluti CA ad CO, hoc eſt, veluti DA ad DO (1). Sed eſt angulus CDA = angulo incidentiæ ACq; ergo eſt ſinus anguli incidentiæ ad eum refractionis, uti OD ad AD.

Tab. 1. Fig. 13. §. 887. Si radii lucis non multum divergentes KM, KR, KT, in ſuperficiem planam VS Medii rarioris, quam e quo veniunt, inciderint, refringuntur a perpendiculo KM, tenduntque ad MN, RP, TQ, qui retro ducti concurrunt in foco imaginario L, propiori ſuperficiei VS, quam eſt punctum radians K: eſtque diſtantia KM ad LM, a ſuperficie VS, ut ſinus anguli refractionis, ad ſinum anguli incidentiæ, uti eadem demonſtratione, ac in §. 886. probatur.

Hæc demonſtratio locum non habet in radiis multum divergentibus: hi quippe retroducti, pro foco imaginario parvum circulum habent, qui eo maior eſt, quo radii magis divergentes fuerint.

Tab. 1. Fig. 12. §. 888. Si radii convergentes EB, GC, HD ex medio denſiori Z, in ſuperficiem planam SD, medii rarioris X incidant, refringuntur recedendo a perpendiculo, formaturi focum A propiorem ſuperficiei SD, quam focus imaginarius O, eritque diſtantia AD ad OD in eadem ratione, ac in §. 886. Evadunt igitur hi radii convergentes.

Tab. 1. Fig. 13. §. 889. Si vero radii convergentes NM, PR, QT ex medio rariori in denſius planæ ſuperficiei SV inciderint, refracti ad perpendiculum, concurrent in foco K, remotiori a ſuperficie, quam eſt focus imaginarius L, eruntque diſtantiæ KM, LM in ratione memorata in §. 886. Evadunt igitur hi radii minus convergentes.

Tab. 1. Fig. 14. §. 890. Si radii paralleli AB, CD in ſuperficiem pla-

[1] Nam cum radii AD, AC parum divergentes ſint, adeoque & exigua admodum ſit recta CD, erunt CA, DA æquales, itemque æquales CO, DO; atque adeo CA : CO :: DA : DO.

Planam BD, medii alterius denſitatis, ſive majoris, ſive minoris inciderint, poſt refractionem pergent incedere paralleli; in medio denſiori ingredientur viam BE, DF, in medio rariori BG, DH: hi enim radii AB, DC æqualem refractionem patiuntur; adeoque angulus ZDF = ZBE, vel RBG = RDH; ergo ſunt paralleli BE, DF; tum BG, DH.

§. 891. Sit ſuperficies Medii denſioris Z, ſphærica convexa AB, in quam illabantur radii paralleli CA, BD, ſibi propinqui, ex Medio rariori, qui refracti concurrant in foco G: erit GB diſtantia foci a ſuperficie, ad FB radium ſphæræ, ut ſinus anguli incidentiæ, eſt ad ſinum differentiæ inter angulum incidentiæ, & refractionis. Recta DB perpendiculariter incidat, hæc abſque refractione per centrum F recta tranſibit. Ducta ex centro F recta FAE, erit angulus incidentiæ pro altero radio CA = CAE, cui eſt = AFB. Hic externus eſt æqualis Trianguli duobus internis angulis GAF, & FGA: ſed GAF eſt angulus refractionis; ergo eſt angulus AGF differentia inter angulos GAF, & AFB. Eſt vero per §. 876. ſinus anguli AFB ad ſinum AGF, uti GA ad FA, ſive GB ad FB; adeoque GB eſt ad FB, ut ſinus anguli incidentiæ, ad ſinum anguli differentiæ inter angulos incidentiæ & refractionis. Tab. I. Fig. 15.

§. 892. Radii DB, DA divergentes incidant in eandem ſuperficiem AB ſphæricam; quia ergo angulus incidentiæ DAE major eſt quam in §. 891. erit quoque angulus refractionis FAH major: quamobrem diſtantia H foci a ſuperficie AB eſt etiam major. Ut vero punctum H inveniatur, finge radios parallelos a parte contraria Z venientes habere focum in Y: Radio FY deſcribe arcum Y*p*, tum ad rectam F*p* duc AH parallelam, erit H punctum quæſitum. Nam ſi punctum *p* ſit radians, *p*F recta tranſit, *p*A vero incidit in punctum proximum, adeoque oportet, ut radius parallele moveatur ad *p*F. Sed *p*A venit quaſi ex DA. Triangula D*p*F, DAH, ſunt ſimilia; ergo D*p*, *p*F : : DA, AH; Tab. I. Fig. 15.

ſive D Y, Y F : : D B, B H (1). Hinc alia exſurgit regula: quum ſit D Y, D Y † Y F : : D B, D B † B H; & permutando D Y, D B : : D F, D H. Quo vero D punctum radians propius acceſſerit ad ſuperficiem A B, eo angulus incidentiæ magis increſcet; ergo & increſcet angulus refractionis; qui ſi fiat æqualis A F B, erit radius refractus A L parallelus ad B H. Si punctum radians D propius acceſſerit ad A B, fiet angulus refractionis major angulo A F B; quamobrem divergentes manebunt radii poſt refractionem, quamvis minus divergentes, quam cum incidebant.

Tab. I. Fig. 15. §. 893. Radii convergentes E A, D B illabi poſſunt in ſuperficiem A B, directionibus tendentibus ad centrum F, hi illapſi perpendiculariter in A, & B, ad centrum F abſque refractione tranſibunt.

§. 894. Si vero radii, qui incidunt, minus convergant, uti M A, D B, erit angulus incidentiæ M A E, minor quam radii paralleli C A; quare & angulus refractionis F A I erit minor, quam paralleli angulus refractus F A G, eritque diſtantia I B minor quam G B, puncto I eo proprius accedente ad F; quo radius M A propius ad E A accedat.

Tab. I. Fig. 15.

§. 895. Si vero radius incidens fuerit K A, hic poſt refractionem minus converget, quia accedit ad perpendiculum A F, cadit vero in aliquo puncto S inter F & B, ſed eo propius accedit ad centrum F, quo K A propius ad E A acceſſerit.

Tab. I. Fig. 15.

§. 896. Ex hiſce omnibus in §. 891, 892, 893, 894, 895, facile deducitur via contraria radiorum, ex Medio denſiori in rarius incidentium, & quidem in ſuperficiem ſphæricam concavam A B. Si enim radii divergentes S B, S A inciderint in A B, refracti ſunt B D, A K.

Tab. I. Fig. 15.

Si ex centro F divergentes exierint, abſque refractione tranſibunt, quia perpendiculariter illabuntur. Si

(1) Ob radios enim D A, B D ex hypoteſi admodum propinquos, arcus p Y, A B valde exigui erunt, atque adeo pro æqualibus haberi poterunt rectæ D p, D Y; tum p F, Y F; æquales item D A, B D; tum B H, A H.

Si punctum radians inter F & G fuerint, erunt refracti B D, A M.

Si punctum radians in G fuerit, erunt radii refracti paralleli A C, B D. Si punctum radians ultra G ponatur, veluti in H, radii refracti coibunt in D. Si radii incidentes H B, L A fuerint paralleli, coibunt refracti proprius ſuperficiei A B, quam ante: & diſtantia F D, foci D a centro F, erit ad F B radium ſphæræ, ut ſinus anguli incidentiæ una cum ſinu anguli differentiæ inter angulum incidentiæ & refractionis, ad eundem ſinum differentiæ anguli incidentiæ & refractionis. Nam angulus incidentiæ eſt L A F = E A C = A F D; angulus refractionis eſt E A D; differentia angulorum E A C & E A D eſt angulus C A D = A D F. Sinus anguli incidentiæ C A E ſeu A F D eſt ut A D; ſinus anguli A D F eſt ut A F = F B. Ergo ſinus anguli incidentiæ A F D eſt ad ſinum anguli A D F, ut A D ad A F, ſeu ut B D ad B F; & componendo erit ſinus anguli incidentiæ A F D cum ſinu differentiæ anguli incidentiæ & refractionis, ſcil. cum ſinu anguli A D F, ad ſinum ejuſdem anguli A D F, ut B D + B F = F D ad B F. Si radii illapſi fuerint convergentes, citius coibunt refracti.

§. 897. Sit ſuperficies ſphærica convexa A B, Medium denſius X a parte convexa, Medium rarius Z a concava, radii D B, C A paralleli incidant, quorum D B perpendiculariter illapſus, per centrum F abſque refractione tranſit: ducta perpendiculari F A E ad locum incidentiæ A, erit angulus incidentiæ C A E; quia radius refractione a perpendiculari F A magis recedere tenetur, viam A G ingreditur; adeoque paralleli radii poſt refractionem a ſe mutuo divergunt: radius G A retro ducatur, donec concurrat cum alio in S, qui focus imaginarius eſt. Eſt angulus refractionis G A F = E A S; adeoque eſt C A S differentia inter angulum incidentiæ & refractionis; huic angulus A S F æqualis eſt: quare eſt ſinus hujus anguli ad radium A F, ut ſinus anguli refractionis E A S, cui eſt æqualis ſinus anguli F A S, Tab. I. Fig. 16.

ad F S, diſtantiam centri ſuperficiei ſphæricæ a foco imaginario S.

Tab. 1. Fig. 16. §. 898. Si Radii divergentes D B D A inciderint in eandem ſuperficiem ſphæricam convexam A B, poſt refractionem magis quam paralleli radii a ſe divergunt, quia angulus incidentiæ D A E major eſt, quam C A E; quamobrem radius D A refractus fit A H; qui ſi ducatur retro, concurrit cum axe in K, quod punctum eſt focus imaginarius, qui ſic eruitur. Eſt angulus D A E incidentiæ, H A F eſt refractionis, cui eſt = E A K; adeoque D A K eſt angulus differentiæ inter ambos memoratos. Trianguli A D K eſt angulus A K F externus, qui = K A D + K D A, hi autem ſunt cogniti: ergo in Triangulo F A K, eſt Sinus anguli A K F ad radium F A, ut Sinus anguli F A K, vel K A E, ad F K, intervallum inter centrum F, & focum imaginarium K. Quo punctum radians D magis a ſuperficie A B receſſerit, eo angulus incidentiæ D A E magis decreſcit, donec æqualis fere ipſi C A E evadat. Quo punctum D propius acceſſerit ad A B, eo angulus incidentiæ D A F, ergo & refractionis, plus increſcit, magiſque refracti radii a ſe divergent: quamobrem focus Imaginarius propius continuo ad ſuperficiem A B accedet.

Tab. 1. Fig. 16. Si radii convergentes D B, E A inciderint in ſuperficiem eandem A B, qui producti concurrerent in centro F, hi perpendiculariter in A B illapſi, abſque refractione uſque ad F tranſibunt. Sed ſi qui incidunt, minus convergant, veluti D B, Q A, quia per refractionem magis a perpendiculari A F recedunt, fiunt vel minus convergentes B R, A R, vel paralleli B R, A M. Protrahatur enim Q A ad R, erit angulus Q A E = R A F; ſi nunc ſinus anguli R A F eſt ad ſinum anguli M A F, ut ſinus anguli incidentiæ ad ſinum anguli refractionis, tum radius Q A poſt refractionem feretur in via M A, parallela ad B R: decreſcente angulo Q A E, decreſcent R A F & M A F; idcirco radius Q A poſt refractionem cum B R cuncurret. Qui autem magis con-

convergunt illapſi radii, veluti D B, P A, recedendo magis a perpendiculari A F, magis convergentes evadunt; nam via radii P A eſt A O.

§. 899. Facile nunc intelligitur via retrocurrentium radiorum ex medio rariori Z, in denſius X, incidentium in ſuperficiem concavam ſphæricam A B: nam radii parelleli R B, M A, poſt refractionem fiunt divergentes B D, A Q. Tab. 1. Fig 16.

Radii divergentes F A, F B ex centro F emiſſi, abſque refraſtione tranſeunt in viis F A E, F B D.

Radii divergentes R B, R A ex puncto radiante ultra centrum F emiſſi, poſt refractionem magis a ſe divergunt, cum propius ad perpendiculum A E adcedunt.

Radii divergentes O B, O A, ex puncto radiante O, intra centrum F, & ſuperficiem A B emiſſi, refracti fiunt minus divergentes, cum propius ad A E accedunt.

Radii convergentes R B, G A, refracti minus convergentes, vel paralleli fiunt.

CAP. XXX.

De Luce ex Aere illapſa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem tranſeunte.

§. 900. Sit vitrum A B D C, planis ſuperficiebus A B, D C ſibi parallelis terminatum, in quod ex Aëre radius obliquus E F incidat, qui refringitur, hic refractione ad ductam perpendicularem G F O accedet, fereturque in F L, adeoque oblique illapſus in L, ex vitro in Aërem refractus exibit, recedendo à perpendiculo R L P, in via L N. Quoniam ſinus anguli refracti L F O, eſt ad ſinum incidentiæ G F E, uti 11 ad 17, & F L P angulus = L F O, ac ſinus anguli F L P ad ſin. ang. R L N, uti 11 ad 17, erit angulus R L N = E F G; adeoque incidens E F eſt parallelus radio L N, ex vitro exeunti in Aërem. Tab. 2. Fig. 1.

Tab. 2. Fig. 2. §. 901. Sit vitreum priſma A B C, in cujus ſuperficiem A B, ex Aëre radius obliquus H F incidat, qui fractus accedet ad perpendiculum F P, in via F S: hic radius oblique illapſus in S, exiturus in Aërem, in via S M refringetur, recedendo a perpendiculari Q S O. Radius D K perpendiculariter illapſus in A B, tranſit recta ad I abſque refractione; cum autem oblique feriat A C, exiturus ex vitro in aërem, refractus a perpendiculo I N, incedit in via I R.

§. 901. Ex vitro ſphæræ, ut & ſegmenta ſphærica varia conſtruuntur: 1°. Ab una parte plana, ab altera convexa. Ab utraque parte convexa. 3°. Ab una parte plana, ab altera concava. 4°. Utrimque concava. 5°. Ab una parte convexa, ab altera concava: facta ex ſphæris radiorum differentium.

§. 902. Hæc ſegmenta ſphærica Tab. 2. Fig. 9, 10, 11, 12. appellantur *Lentes*: verum Tab. 2. Fig. 7. hæc ſpecies vocatur *Meniſcus*, vel Fig. 8. Concavo-convexum.

§. 903. Recta tranſiens per ſphæræ centrum, & perpendicularis in alteram ſuperficiem planam: vel
Tab. 2. tranſiens per bina ſphærarum centra, vocatur *Axis*.
Fig. 3. 4. §. 904. Si radii paralleli in ſphæram incidant, Medio ambiente denſiorem vel rariorem, atque in producta diametro, radiis incidentibus parallela, punctum T ſit focus primæ refractionis in ſuperficie A C, erit punctum F, medium inter D & T, focus refractorum & exeuntium radiorum.

Radii enim incidentes & exeuntes Q A, F G producti, ſibi occurrant in H; quoniam refractio in punctis A & G æqualis eſt, erit Triangulum A H G Iſoſceles (1): cumque angulus G T E = H A T, & HGA-

(1) Ductis enim ex centro E in fig. 3. ad circumferentiæ puncta A, G radiis E A, E G, iisdemque in L & V productis, erit in priori refractione, quæ fit in A, angulus incidentiæ L A Q = E A H, eique reſpondens angulus refractus erit E A G. In poſteriori vero refractione, quæ in G contingit, angulus incidentiæ eſt A G E, qui *per* 5. *lib.* 1. *El.* angulo refracto E A C prioris refractionis in A, æquatur: Ergo angulus refractus

Digitized by Google

HGA = TGF, erit Triangulum GFT etiam Iſoſceles. Si nunc radius Q A fuerit proximus diametro CT, erit recta GF = DF = TF; ergo focus F eſt medius inter D & T.

§. 905. Datur aliquod punctum E in Lentibus utrimque convexis & concavis, per quod quilibet tranſiens radius, tum includendo ut Q A, tum exeundo ut *a q*, ſibi manet parallelus: ſed in plano-convexa, & in plano concava Lente jacet punctum E in vertice convexæ, & concavæ ſuperficiei: & in duplici Meniſco jacet E extra ſuperficiem, maxima curvitate donatam. Tab. 2. Fig. 5, Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Sit R E *r* axis Lentis, jungens centra R, *r* ſuperficierum A, *a*; ducantur duæ ſemidiametri R A, *ra*, ſibi parallelæ, jungantur puncta A, *a*, tum linea A *a*, axin in puncto E ſecabit. Cum enim Triangula REA, *r*E*a*, ſint ſimilia, erit RE ad E*r*:: R A, *ra*; adeoque punctum E eſt immutabile in eadem Lente. Supponamus jam radium utrimque recedere ab A *a*, quæ æqualiter ad perpendiculares in ambas ſuperficies inclinatur, adeoque radius utrimque contraria directione inflectetur, adeo ut A Q ſit parallelus ad *a q* (1). Si vero Lens evadat plano-

C 4 con-

ctus V G F ſecundæ refractionis in G æqualis erit angulo prioris incidentiæ L A Q. Ergo duo quoque anguli E A H, E G H prioribus ad verticem oppoſiti, æquales item erunt. Quod ſi itaque ab his æqualibus æquales auferantur E A G, E G A, reliqui H A G, H G A æquales erunt; atque adeo triangulum A H G iſoſceles.

(1) Demoſtrandum eſt immutabile punctum E in fig. 5. ejuſmodi eſſe, ut per id tranſiens radius Q A poſt refractionem in A, & inde egrediens per *a* in *a q*, ſit Q A ipſi *a q* parallelus. Quod ita demonſtratur. Radius incidens Q A in directum producatur in *c*; tum idem in *q a* egreſſus retroducatur in directum in C: radii item R A, *r a* paralleli in directum producatur in P, p. Radius itaque Q A in punctum A incidens, & poſt refractionem per A *a* incedens, angulum incidentiæ habet Q A P, angulum vero refractionis R A *a*: hic vero radius A *a* in punctum *a* alterius faciei lentis incidens, & per *a q* egrediens, angulum incidentiæ habet A *a r*, angulum vero refractionis *q a p*. Sed ob parallelas R A, *r a*, eſt angulus prioris refractionis R A *a* æqualis angulo ſecundæ incidentiæ A *a r*; ergo erit quoque primæ incidentiæ angulus Q A P angulo ſecundæ refractionis *q a p* æqua-

convexa, vel plano-concava, aliqua ſemidiameter R A vel *ra*, evadit infinita, adeoque parallela ad axim Lentis; tumque alia ſemidiameter coincidit cum axe, atque ita puncta A, E, vel *a*, & E coincidunt.

Tab. 2. Fig. 5. 6. §. 906. Punctum vero E, quod *Centrum Lentis* appellatur, hoc modo poteſt determinari. In Triangulis RAE, *ra*E ſimilibus, eſt R A : *ra* : : RE : *r*E. Cum itaque data ſit ratio RA ad *ra*, data item & conſtans R*r*, hæc per 10. l. 6. El. diviſa ſecundum rationem RA ad *ra*, dabit quæſitum punctum E. In fig. vero 7. & 8. recta R*r* eouſque produci debet in E, donec RE ad *r*E eandem obtineat rationem radiorum RA, *ra*.

§. 907. Si igitur faſciculus radiorum perpendiculariter fere inciderit in Lentem aliquam exiliſſimæ craſſitiei, radii tranſeuntes per punctum E, pro linea recta per centrum Lentis ducta capi poſſunt, abſque ſenſibili errore.

§. 908. Focus radiorum parallelorum, fere perpendiculariter in Lentem incidentium, ſequenti modo invenitur.

Tab. 2. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Sit E centrum Lentis, ſint R, *r* centra ſuperficierum, axis ſit R *r*, ſit *g* E G linea parallela radiis incidentibus in ſuperficiem B, cujus centrum eſt R; ducatur ſemidiameter B R parallela ad E *g*, in qua producta ſit V focus radiorum refractorum a ſola ſuperficie B; ducatur V *r* ſecans *g* E protractam in G: erit G focus radiorum ex Lente exeuntium. Quoniam V eſt focus radiorum refractorum a ſuperficie C, radii directione obliqua B V incidunt in ſuperficiem A; adeoque neceſſe eſt, ut radii exeuntes ex A ſuum focum habeant in aliquo puncto illius radii, qui recta per hanc ſuperficiem A tranſit, hoc eſt in linea V *r*, ducta per centrum

r; &

æqualis; ergo & anguli R A *c*, C *a r*, prioribus ad verticem oppoſiti, æquales item erunt. Si ergo ab his æqualibus angulis R A *c*, C *a r*, æquales R A *a*, A *a r* auferantur, reliqui *c* A *a*, C *a* A æquales erunt, atque adeo rectæ Q A *c*, *q a* C parallelæ.

r; & quoniam radius tranſiens per punctum E pro linea recta haberi poteſt, quæ ſit *g* E G, ejus interſectionis punctum G ab V *r* erit focus omnium radiorum. Tab. 2. Fig. 9. 10. 11. 12. 13.

§. 909. Si radii incidentes, ad axim R *r* ſint paralleli, diſtantia foci E F eſt æqualis E G: radii enim incidentes paralleli ad *g* E, gradatim magis inclinentur ad axim, donec avadant eidem paralleli, tum eorum primi & ſecundi foci V & G deſcribent arcus V T & G F, quorum centra ſunt R & E; nam linea R V eſt immutabilis, habens ad R B rationem ſinus refractionis ad ſinum differentiæ inter incidentiam & refractionem, per §. 891; adeoque E G eſt invariabilis, & ad lineam R V, in ratione *r* E ad *r* R, quia Triangula E G *r*, R V *r* ſunt ſimilia.

§. 910. Si Lens tenui vitro conſtiterit, eruetur ex precedenti propoſitione hoc modo focus. Cum in Triangulis ſimilibus E G *r*, R V *r*, ſit G E, V R :: R *r*, E *r*; atque V R evadat T R, & G E fiat F E, erit R *r*, E *r* :: T R, F E; ſive eſt diſtantia centrorum ambarum curvarum ſuperficierum, ad diſtantiam Lentis a centro alterius ſuperficiei curvæ, ita eſt ſemidiameter producta ad focum primæ ſuperficiei, ad diſtantiam foci a Lente.

§. 911. Si ergo fuerit Lens utrimque concava vel convexa, eſt ut ſumma ſemidiametrorum, ad alterutram ſemidiametrum, ita eſt duplum alterius ſemidiametri, ad diſtantiam foci a Lente: Nam R T eſt = 2 R E, veluti *r t* = 2 *e r*; tum enim eſt E *t*, *t r* :: 3, 2.

§. 912. In Meniſco autem eſt, ut differentia ſemidiametrorum ad alterutram ſemidiametrum, ita eſt duplum alterius ad diſtantiam foci a Meniſco.

§. 913. Si ſemidiametri ambarum curvarum ſuperficierum fuerint æquales, erit diſtantia foci æqualis uni ſemidiametro. Sed in plano-convexa, vel in plano concava Lente ſuperficies planæ habent quaſi Semidiametrum infinitam, unde ratio R *r* ad E *r*, eſt ratio æqualitatis; quare etiam eſt T R ad F E

in

Digitized by Google

in ratione æqualitatis, ſive T R = F E. Quoniam T R ad R E eſt ut ſinus anguli incidentiæ ad ſinum differentiæ, erit F E ad R E in eadem ratione.

Tab. 3. Fig. 1. 2. §. 914. Sit Q punctum radians, a quo radii divergentes mittuntur in Lentem vel ſphæram, cujus centrum eſt E: ſi tum radii paralleli ab altera Lentis parte veniſſent, quorum focus ſit in F, per §. 908, atque in axe Q E producto capiatur Q F, F E :: E *f*, *f q*, erit punctum *q*, focus radiorum refractorum, modo punctum Q radians non multum diſtet ab axe Lentis.

Nam centro E, radiis E F, E *f*, deſcribantur duo arcus F G, *f g*, ſecantes radium Q A *a q* in G & *g*, ducantur E G, E *g*. Supponatur G focus incidentis radii G A, radius egrediens erit *a g q*, parallelus ad G E per §. 908.; Sic ab altera parte ponatur *g* radians, emiſſuſque ſit radius *g a*, tum egrediens A G Q erit parallelus ad *g* E. Idcirco duo Triangula Q G E, E *g q*, ſunt ſimilia, eritque Q G, G E :: E *g*, *g q*. Si igitur radius Q A *a q* fuerit admodum propinquus axi Q E *q*, erit Q F, F E :: E *f*, *f q*.

Eſt etiam Q G, G E :: Q A, A *q*; ſive Q F, F E :: Q E, E *q*. Eſt quoque Q G, Q A :: Q E, Q *q*, ſive Q F, Q E :: Q E, Q *q*.

Si Q accedat ad F, & coincidat, radii exeuntes erunt paralleli; tum enim *q* recedit in infinitam diſtantiam. Si Q ultra F ad Lentem appropinquet, tum focus *q* tranſibit ad alteram lentis partem, ac ante erat.

CAP. XXXI.

De diverſa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.

§. 915. QUæ hucuſque de Lucis radiis memoravimus, illo innituntur fundamento, radios omnes eſſe æque refrangibiles; quod verum non eſt. Invenit Nob: Newtonus, radium lu-

lucis a Sole emiſſum, atque a nobis tractandum, eſſe radiolorum faſciculum diverſa refrangibilitate præditorum; ita ut, ſi radius OF e Sole emiſſus, oblique in denſioris Medii ſuperficiem EFG inciderit, non refringatur tantum ad FR, ſed abeat in radiolos FT, FS, FR, FQ, FP, qui a ſe divergendo, magis refringi radium FP, quam FT oſtendunt. Tab. 3. Fig. 4.

§. 916. Ut experimenta, quibus hæc admiranda lucis proprietas demonſtratur, melius intelligantur, quædam præmittenda erunt. Si per exiguum foramen radius Solis locum obſcurum ingrediatur, explicatur, pingitque ſupra planum, ipſi directe oppoſitum, orbem, eo majorem, quo planum a foramine amplius diſtiterit: quod fit, quia radii a toto hemiſphærio Solis ſe per foramen penetrant, ſeſeque ſub angulo, qui æqualis eſt apparenti Solis diametro, interſecant. His cognitis, capiatur vas amplum altumque, ad cujus fundum (qui optimus eſt ſi pelluceat) radius Solis, per foramen tranſmiſſus perveniat, notetur orbis longitudo ac latitudo; impleatur deinde vas Aqua, explicabitur ſupra fundum illuminati orbis longitudo, non vero latitudo.

§. 917. Vel capiatur virgula vitrea tribus angulis in modum clavæ toroſa, quæ nunc vocatur *Priſma Vitreum*, ACB, cujus ſolidi anguli ſint 60 graduum, in quod, per foramen FZ. incidat radius Solis OF, XZ, qui refractus, & ad aliquot pedum diſtantiam ab albo plano exceptus, exhibet oblongam imaginem, cujus latitudo IC eſt circiter $\frac{1}{4}$ longitudinis PT. Eſt latitudo IC eadem, ac ſi in pari, a foramine F, intervallo, nullum Priſma interpoſitum fuiſſet. Hæc oblonga imago ex plurimis componitur circulis, (quorum pauci repræſentantur per GPA, HB, IC, KD, LTE) ſupra ſe cadentibus, qui cum ſint omnes ejuſdem diametri, efficiunt, ut imago lateraliter, rectis GL, AE, ſibi parallelis, & ad extremitates P & T ſemicirculis terminata appareat. Repræſentat quilibet circulus imaginem Solis: Tab. 3. Fig. 5.

in-

inter hos igitur ſunt, quorum radii a priſmate plus, alii minus refringuntur.

Tab. 3. Fig. 6. §. 918. Si ad diſtantiam 10 vel 12 pedum a feneſtra recedentes, foramen rotundum F Z per priſma A B C intueamur, id in loco P T inſtar imaginis prioris oblongum apparet; certo indicio, radios P H plus quam T I refringi.

Tab. 4. Fig. 1. §. 919. Radius S F a Priſmate A B C refringitur oblongam imaginem P T, quæ in alterum priſma K M projecta fuit, et exploraretur, utrum radii nunc refracti explicarentur ut ante, tumque acquireretur figura quadrata $pqt\pi$; ſed id non contingit priore imagine P T tantum obliquum ſitum *pt* acquirente, atque ex iiſdem circulis compoſita. Radii qui in prima refractione maxime refringebantur, iterum in ſecunda refractione magis refringuntur: quo evenit ut *p*, P, in ambabus comparatis imaginibus, amplius a ſe diſtent, quam T, *t*; hoc eſt, radii P, *p* maxime; T, *t* minus refringuntur.

§. 920. Radius igitur Lucis, prout e Sole emiſſus ad nos pervenit, conſtat Luce admodum heterogenea, cum adeo diverſæ refrangibilitati ſubjicitur: quam vero continet Lucem æque refrangibilem, *Homogeneam* appellant Philoſophi.

§. 921. Si radium Solis directe intueamur, aut eum in planam albamque chartam excipiamus, candidus apparet.

Tab. 4. Fig. 2. §. 922. Ejuſmodi radius, per priſma vitreum tranſiens & refractus, dein ſupra album planum exceptus, imaginem exhibet oblongam P T, plurimis variegatam coloribus, hoc ordine diſpoſitis, ut ſint rubri aurantii, flavi, virides, cærulei, purpurei, & violacei præcipue diſtinguendi: verum ſimul adſunt in ſingula colorum claſſe plurimi intermedii, quia non prorſus ſeparati, ſed lateraliter in ſe mutuo cadunt. Si conceperimus totam imaginem in 360 partes diviſam, harum ſua longitudine quilibet color totidem occupat, ac numerus ad latera adſcriptus indicat.

§. 923.

§. 923. Radiorum coloratorum rubri minime, violacei maxime refringuntur: alii colores intermedii eo magis, quo plus a rubro recedunt ad violaceum, veluti conſpectus radiorum ex priſmate exeuntium docet.

§. 924. Vel ſi objectum planum C I, duobus coloratum pigmentis, Cinnabari & Indico, priſmate inſpiciatur duplici modo, ab oculo poſito in K, videbitur in D in binas partes C, I diſcerptum: converſo priſmate in ſitum B, apparebit objectum in E iterum diviſum, uti C, I. Cum autem ambæ imagines C, C Cinnabaris, videantur ſibi propiores, illæ autem I, I coloris Indici a ſe remotiores, liquet rubros radios minus refringi violaceis. Tab. 4. Fig. 3.

§. 925. Si idem objectum ambobus oblitum pigmentis illuminetur luce candelæ methodo Deſaguleriana (*a*), atque Lens ampla L, L colligat radios, rubri focum *p* remotiorem a Lente habent in plano S, cærulei propiorem *o* in plano B: novo indicio, cæruleos magis refringi rubris. Tab. 4. Fig. 4.

(*a*) Phil. Tranſ. N. 426.

§. 926. Manet refrangibilitas conſtans in eodem colore, adeo ut radii rubri, variis vicibus refracti, ſemper minus refringantur, quam radii Violacei, aut alii colorum intermediorum. Sit S Sol, cujus radius per foramen F tranſmiſſus incidat in priſma A B C, quod ipſum refringat in ſuos colores, qui excipiantur ſupra tabulam D G E; hæc perforata unum colorem tranſmittat ſupra tabulam δ, γ, ε, quæ etiam foramine donata, tranſmittat in alterum priſma *a b c* colorem; hic ſecunda vice refractus perget ad M, converſo primo priſmate A B C, poſſunt ſucceſſive omnes colores projici ſupra alterum priſma *a b c*, qui refracti denuo obſervabuntur inter M & N: quamvis omnes nunc eadem incidentia ad priſma *a b c* pervenerint, nihilominus deprehenduntur violacei plus refringi, quam rubri, in hac ſecunda refractione (1). Tab. 4. Fig. 5.

§. 927.

(1) Quæ hactenus de radiorum lucis diverſa refrangibilitate ab Auctore noſtro adducta ſunt, ſequentibus experimentis ma-

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis coloratis refringuntur, conſtantius viam ſuam retinent, e qua minus a vi attrahente & refringente tur-

majorem nanciſcuntur lucem. Sit Priſma (*Vid. fig. 3. Tab. Addit.*) ABC radios in obſcurum cubiculum per foramen F tranſmiſſos excipiens, eoſque ad papirum, vel oppoſitum parietem HI in ſuos colores ſeparatos projiciens. Superficies priſmatis BC cum non omnes refringat radios verſus T, ſed & plurimos reflectat, eos ad P ſiſte cum alia papyro KL. Porro convertatur priſma circa ejus axem ſecundum ordinem literarum ABCA, & videbis tum amplitudinem colorum ad T, tum quantitatem lucis ad P perpetuo augeri; donec tandem cum radiorum inclinatio ad planum BC fit maxime obliqua, colores in T incipiant evaneſcere, & in P reflecti, ibique apparere, violaceus primo, tum purpureus, deinde cæruleus, viridis, flavus, ac denique aurantius & ruber.

In hoc experimento hæc maxime ſpectanda ſunt. 1. Cum ſinguli colorati radii ante eorum ſeparationem æqualiter ad priſmatis ſuperficiem AC inclinentur, ac deinde refractione ſeparati, purpurei primum a ſuperficie CB reflectantur iu P, reliquis per eandem ſuperficiem CB ad T tranſmiſſis; tum reflectantur violacei, deinde cærulei, & ita porro; conſequens eſt purpureorum majorem eſſe præ reliquis ad ſuperficiem CB inclinationem, eoſque adeo omnium maxime refrangi ex ſuperficie BA; tum violaceos reliquis magis refrangi, inde cæruleos, & ita porro uſque ad rubros omnium minime refractos: motum quippe eſt lucis radios in pellucidi minus denſi ſuperficiem veluti CB nimis oblique incidentes, quemadmodum in opacum corpus incidiſſent. ab ea reflecti; adeoque neceſſe eſt, ceteris paribus purpureos obliquiſſime omnium ad ſuperficiem CB inclinari, tum reliquos ſucceſſive ſecundum præſcriptum ordinem.

2. Liquet etiam Solis lucem ex radiis coaleſcere: nedum refrangibilitate diſparibus, ſed & reflexibilitate; magiſque refrangibiles, præ cæteris magis etiam eſſe reflexibiles: obſevatum quippe eſt eos radios omnium primos reflecti, qui iiſdem poſitis omnium incidentiis, maxime fuerant refracti.

3. Conſequitur demum radios eoſdem exhibere colores, cum a ſuperficie CB reflectuntur, quos per eandem ſuperficiem trajecti, refractique excitabant; reflexi ſiquidem albedinem P ſinguli eo colore tingunt, quem refracti in T repræſentabant. Colores itaque ſuos habebant radii ante refractionem, a qua proinde non aliter dependent, quam quod ejus ope eruantur, a ceteris ſeparentur, & manifeſti fiant, non vero quod ipſa refractione procreentur, ut quibuſdam perperam viſum eſt.

Sed & in majorem eorum, quæ modo dicta ſunt evidentiam, ſit EFG (*Vid. fig. 4. Tab. Addit.*) feneſtræ operculum ad F terebratum; tum priſma foras ſtatuatur, quod Solis lucem

turbari potuerunt; adeoque majori vi particulæ, radios rubros componentes, moventur; erunt proinde vel majores, vel denſiores, quam particulæ reliquorum colorum. Veroſimile eſt rubras particulas pari velocitate, ac eas reliquorum colorum moveri in radio Solari, ex omnibus coloribus conſtante. Vis igitur major iis inerit, vel poſita pari denſitate, ſed majori volumine; vel poſito eodem volumine, ſed majori denſitate.

§. 928.

cem foramen F ingreſſuram intercipiat, & refringat verſus *f*. Ad *f* pedibus ab F duodecim, aut longius, poſitum ſit opacum corpus *efg*, quod lucem ſiſtat, demto parvo foramine *f*, per quod lucis pars aliqua, nempe violacea: longius trajiciatur ad *y*. Iſtud autem *f* non ſit ſemiſſe digiti latius. Deinde præ manibus ſumatur aliud priſma *abc*, & ad radios tranſverſe poſitum ſtatuatur a poſtica parte foraminis *f*, circaque axem ejus convertatur, donec videas lucem violaceam, poſtquam ab ejus baſi *bc* obliquiſſime refracta fuerit verſus *t*, totam a *t* diſparuiſſe modo, & ad *p* reflecti. Cum primum lux violacea ad *p* reflectitur, priſma *abc* in eo ſtatu figatur. Tum alterum priſma ABC motu circa axem ejus nunc hac, nunc illac parum convertatur; ut colores, quos projicit in obſtaculum *eg*, paululum attollantur, eoque pacto ſucceſſive omnes tranſmittantur per foramen *f* in poſterius priſma *abc*; & videbis quod cum flavedo tranſmittitur ad *y*, illi radii non omnes ad *p* reflectantur, ſed plurimi perrumpant ſuperficiem *bc*, & ad *t* pertingant. Et cum rubor ad *y* tranſmittitur, illi radii fortius adhuc perrumpent, ut ex ejus perrumpentis lucis copia conſtat. Jam cum radii, qui citius, & facilius reflectuntur in ſuperiori experimento, nempe purpuriformes & violacei, etiam citius & facilius hic reflectantur, id fieri liquet non ex contingentia, ſed ex ipſa radiorum naturali conſtitutione, & quod antecedenter ad omnem reflexionem, aut refractionem, quidam ad exhibendos quoſdam colores ſunt apti, faciliuſque reflexibiles; alii vero aliis coloribus, & progrediendi viribus afficiantur.

Ad hæc ſi duas laminas vitreas (*Vid. fig.* 5. *Tab. Addit.*) CB plane perpolitas, & ad invicem applicatas ſecundum planitiem earum connectas, eaſque vaſi RQ aquæ pleno immergas, extremitate ſuperficierum juxta poſitarum, undique cera vel pice prius obturata, ut aqua media non interrepat, & expellat aerem, qui more laminæ tenuiſſimæ interjacet vitra; ſi hæc; inquam, fiant, eum poteris vitrorum invenire ſitum, ut illucente Sole aer interjectus cæruliformes radios, reflectat verſus *p*, rubriformes vero tranſmittat verſus *t*, aliaſque modo dictis congruas apparentias exhibeat.

§. 928. In radiis rubris majorem vim eſſe etiam ex fulgore, quo oculos perſtringunt, concludimus, clariſſime enim fulgent radii rubri, vix conſpici poſſunt violacei, quia debiliſſime viſum feriunt: virides autem radii, modice afficientes oculos, adeo his placent, cum nec nimis, nec debilius eos commovent.

§. 929. Qui color in radio ab aliis ſeparato obſervatur, ille conſtans permanet idem, utcunque hic radius coloratus refringatur per Vitra, Priſmata, Lentes: vel condenſetur Lentium ope in focum: vel reflectatur a quocunque ſpeculo, vel a quolibet corpore & deinde per priſma inſpiciatur; ruber radius ruborem ſemper exhibet, nunquam alium: viridis radius colorem retinet ſemper viridem: idem obtinet in aliis coloribus (1).

§. 930.

(1) Sciendum tamen eſt Mariotte & Rizzettum ejuſmodi Newtoniana experimenta repetentes, expoſitum eorundem ſucceſſum haud expertos fuiſſe; iiſdemque Auctoribus obſervatum, poſt ſecundum refractionem, radii cujuſque diverſos iterum apparuiſſe colores; quod argumento eis fuit Newtonianam de diverſo radiorum refrangibilitate doctrinam, improbandi. At immerito id factum eſſe ex eo conſtat, quod Newtoniana experimenta non clanculum, nec ſemel aut iterum, ſed innumeris fere vicibus, pluribus clariſſimis viris ſpectantibus, maximaque adhibita diligentia in Londinenſi, ac Pariſienſi Scentiarum Academia, tum in Hollandia, Italia, Germania inſtituta, ac repetita fuerint, ac ſemper eum ſortita effectum, quem Cl. Newtonus deſcribit; ac proinde immerito tanquam falſa eadem rejiciuntur a privato quodam, qui facile in ſuis parandis experimentis aberrare potuit. Dicendum eſt itaque in Mariotte & Rizzetti experimentis haud homogeneum radium adhibitum fuiſſe, ideoque factum, ut poſt novam refractionem diverſi viſi fuerint colores. Qua in re ſpectandum eſt, quod ſi cum radiis alicujus coloris, minori copia raddi aliorum colorum permixti fuerint, prior radiorum color ad ſenſum non mutabitur, quia lumen vividum impedit, quo minus debile ſit ſenſibile: quod ſi ita commixti radii, qui ad oculum pro homogeneis habentur, tranſeant per priſma, eorum colores tum ſeparari, & ſenſibiles fieri neceſſe eſt.

Pro felici vero Newtonianorum experimentorum ſucceſſu ſequentia probe ſunt obſervanda, quæ fortaſſe contenti Mariotte, & Rizzettum in ſuis experimentis deceperunt. 1. Priſmata ſunt adhibenda ex vitro puriſſimo, venulis immune, aliter reflexiones radiorum dan-

§. 930. Quamobrem diverſus motus, aut gyratio ſingularum partium Lucis, oriunda ex refractione, non eſt cauſa diverſorum colorum; nam hæc gyratio mutabitur, ſimulac altera vice Lux refringitur, reflectitur, vel colligitur: adeoque ex radio colorato iterum diverſi colores orientur, quod nunquam fit. Eorum fabrica propria proinde facit, ut hi hujus coloris, alii alterius ideam in mente excitent: manente ſingulorum fabrica eadem, conſtanter quilibet eundem colorem repræſentabit. Notatum vero hic velim, cum de colore radiorum loquor, me non opinari, ejuſmodi colores radiis ineſſe, ſed tantum potentiam quandam ita movendi nervos oculorum, ut horum motus in Mente ideam colorum excitet: qui radii ideam rubri coloris ſecum comitem habent, illos rubros appellavi; & pari modo reliquos flavos, virides, violaceos &c. ac ſi revera hi colores radiis ineſſent, quia intuentibus experimenta, ita radii apparent.

§. 931. Collectio omnium radiorum coloratorum in unum, conſtituit candorem, ſive albedinem.

Si enim ope priſmatis A B C, radius Solis fuerit refractus in ſuos radiolos coloratos, qui in Lentem M N convexam illapſi refringuntur, atque in focum G condenſantur: hic focus in planum album D E exceptus, albus erit. In hoc foco tantum permiſtionem colorum, non vero deſtructionem fieri, inde patet; quia ſi ultra focum removeatur planum, illico colores, ſed inverſo ordine, apparent. Tab. 4. Fig. 6.

§. 932. Si focus G, ope alterius priſmatis H I K, inſpiciatur, in ſuos colores refractus apparet, ut ru-

dantur in ipſo priſmate, & in exitu lumen etherogeneum cum homogeneo permiſcetur, quod maxime experimentum turbat. 2. Cavendum ne ullum lumen præter ſimplicem radium per ſubtile feneſtræ foramen, cubiculum intret; ſi enim alii plures ingrediantur radii, iique cum iis miſceantur, qui imaginem efficiunt, experimentum haud bene procedere poterit. 3. Cavendum demum ne experimentum inſtituatur, quando Cælum non ſatis eſt ſerenum; tunc enim inter ipſos radios directe a Sole procedentes plures ſunt, qui diverſas habent refractiones; quod præcipue contingit, quando nubes dantur, quæ lumen ſatis vividum reflectunt.

ber ſit in *r*, violaceus in V, una cum aliis coloribus intermediis.

§. 933. Duo priſmata A B C, *abc*, quorum anguli refringentes *B*, *b* ſint æquales, parallelæ ita inter ſe collocentur, ut angulus priſmatis B contingat alterum *c*, binaque latera C B, *cb* in directum jaceant; lumen per priſmata iſta trajectum excipiatur ſupra chartam M N, quæ intervallo circiter 8 vel 12 pollicum a priſmatibus diſtet. Jam colores ab interioribus binorum priſmatum extremis B & *c* geniti, commiſcebuntur in loco P T, ibique albedinem efficient: etenim ſi alterutrum Priſma removeatur, colores ab altero geniti in loco illo P T apparebunt.

Tab. 4. Fig. 7.

§. 934. Si diverſiſſimi coloris pigmenta determinata copia ſecum permiſceantur, veluti, Auripigmentum, Viride æris, Cæruleum montanum, Purpura, producent pulverem, qui chartæ illitus craſſiuſcule, & ad diſtantiam 18 pedum conſpectus, æque albus ac charta apparet.

§. 935. Si omnium colorum radii non permiſcentur, non producitur albedo, ſed ab hac eo major fit receſſus, & vergentia ad luridum, vel peculiarem aliquem colorem, quo plures colorati radii intercepti, pauciores que colores conjuncti fuerint. Si enim Lux a priſmate in ſuos coloratos radios refracta, inciderit in lentem M N, & focus G omnium colorum ſit candidus, prope T intercipiatur aliquis color veluti violaceus, focus G non amplius candeſcet, ſed verget ad colorem fuſcum: intercepto inſuper colore Indico, G minus candebit: prohibito adhuc colore rubro ad P, focus G flaveſcit, viretque: impedito viridi adhuc flaveſcit focus G perfecte.

Tab. 4. Fig. 6.

§. 936. Si in colores Solis radii a priſmate fuerint refracti, atque coloratus aliquis radius ſeorſum in quoddam objectum pigmento tinctum incidat, id objectum colore radii incidentis, non colore ſui pigmenti, tinctum apparebit. Si autem idem radii illapſi, qui pigmenti, fuerit color, vivaciſſimus eſt

colo

color pigmenti, cum objectum ab aliis coloratis radiis illuminatum multo obſcurius reſplendeat. Ex his patet objecta colorata reflectendo radios Lucis, eorum colorem non mutare, verum hæc objecta nonnullos radios coloratos copioſius, alios in minori quantitate repercutere.

§. 937. Hinc intelligitur, cur objecta in loco, ubi Spiritus Vini ardet, appareant cæruleſcentis coloris? quia nempe radii fere tantum cærulei ab inflammato ſpiritu vini oriuntur, iidemque ad oculos ab objectis repercuſſi, cæruleſcentis coloris ea oſtendunt. Hinc etiam intelligitur, quare objecta colorata ad lucem candelæ alterius coloris, quam ad lucem Solis, Lunæ, Lampadiſve ardentis eſſe videantur. Nam ad candelam charta flava apparet languidior, colore vergente ad pallidum ſtramineum: Pigmentum ſaturo viride apparet ſubcæruleum: conſpectum id una cum ſubcæruleo apparet ſubviride: comparatum cum flavo videtur magis cæruleum: plura hujuſmodi prodita ſunt a Nob. Boyleo in Tractatu de Coloribus. Quia nulli radii nigri priſmate exhibentur, colligimus nigredinem non eſſe colorem: tum quia umbræ graviores, aliaque nihil, vel parum lucis replicantia objecta, conſpiciuntur nigræ.

§. 938. Quotieſcunque Lux in laminas tenues pellucidas incidit, ſeparatur quoque in colores, quorum alii reflectuntur, alii tranſeunt, pro varia lamellarum craſſitie. Clariſſime hoc obſervatur, cum binas longorum Teleſcopiorum Lentes objectivas ſibi mutuo imponimus; inter eas enim Aer tanquam tenuis lamina interjacet, ſed quæ diverſæ eſt craſſitiei: tenuiſſima eſt, ubi vitra ſe contingunt; craſſior continuo, pro majori a contactus puncto diſtantia. Cadat Lux in ſuperiorem Lentem, eamque a parte ſuperiori intueamur; tum ubi Lentes ſe contingunt, macula apparet nigra: hanc varii annuli, a ſe ſeparati ambiunt, quorum colores, a centro incipiendo, ſequenti ordine ſunt diſpoſiti, Tab. 4. Fig. 8.

Niger, cæruleus, albus, flavus rubeus.

D 2 Vio-

Violaceus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Purpureus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Viridis, rubeus. Sunt & alii, qui eo debiliores, quo magis a centro diſtant: hi per reflexionem ab Aere ſunt producti.

§. 939. Si Lentes ab altera parte inſpiciamus, ut radii tranſmiſſi in oculum incidant, iterum annuli colorati apparent, verum iis in locis, in quibus priores annuli a ſe diſtabant: ordines, incipiendo a medio, ita ſe habent.

Albus, rubeus, flaveſcens, niger, violaceus, cæruleus.

Albus, flavus, rubeus, violaceus, cæruleus.

Viridis, flavus, rubeus, viridis ſubcæruleus.

Rubeus, viridis ſubcæruleus, &c.

§. 940. Hæc omnia clariſſime quoque inſpiciuntur in bullis, quas Aquam Sapone inſpiſſatam inflando, formamus: cum enim hæ bullæ ſucceſſu temporis fiant tenuiores, Aqua a parte ſuperiori deſcendente ad inferiorem, obſervamus oriri ſimiles omnino annulos coloratos, & quidem in diverſis bullarum partibus, prout tempore tenuiores redduntur aliæ partes, aliæ iterum craſſiores: idque reflexione & tranſmiſſione Lucis fit, veluti in Lentibus.

§. 941. Pigmenta & objecta coloribus tincta proprie in ſe colores non habent: verum in ſua ſuperficie lucem allapſam refringunt in colores, quorum nonnullos reddunt, alios in ſe abſorbent, quos multis repercuſſionibus internis ſuffocant aut tranſmittunt: proinde objecta ſub eo colore videntur, quem replicati Lucis radii habent. Pigmenta ſunt corpuſcula tenuiſſima, adeoque pro laminis tenuibus, de quibus in §. 938. dictum eſt, habenda, quæ pro varia craſſitie, qua donantur, diverſum colorem reflectunt: idcirco idem pigmentum pro diverſa partium craſſitie cum variis coloribus videbitur. Cinnabaris integra quam parum rubet? contuſa in pulverem mediocris tenuitatis pulcherrimum rubeum colorem refert: trita ſupra porphyritem in impalpabilem ſubtilitatem cum aqua multum de pulcritudine coloris

amit-

amittit, ad aurantium accedendo; pulcherrima autem rubedo redit, Oleo Lini, papaveris, vel Terebinthinæ affuſo. Simile quid in Viridi æris datur. Hinc quoque, ſi nonnullorum corporum ſuperficies, ſive in aſperiorem, ſive in læviorem mutetur, propter partium compreſſionem ad ſe, atque ita ob ſpeciem incrementi earum, corpora aliter colorata videbuntur. Charta aſpera multo plus quam polita albet: Argentum aſperum albiſſimum eſt, politum nigreſcit.

§. 941. Attendendo inſuper ad lucem per laminas tenues pellucidas tranſeuntem in §. 938, & 939. diſcimus, quare, ſi objecta colorata pelluceant, alterius coloris appareant, ope reflexæ, quam ope lucis tranſmiſſæ conſpecta: nonne id evidentiſſimum eſt, cum plumas avium, & præcipue collum columbarum intuemur, quod variis inflexum motibus pulcherrimos colores exhibet, quorum nonnulli reflexione, alii tranſmiſſione oriuntur? Id quoque conſpicuum eſt in infuſione Ligni Nephritici, quod pro diverſo tam oculi, quam lucis ſitu, alio colore apparet. Quemadmodum quoque tegmina nonnulla ſericea ſe habent; tum Auri lamellæ tenuiſſimæ ante Microſcopium poſitæ, per quarum poros Lux cærulea tantum tranſit.

§. 942. Interim nonnullæ corporum Tincturæ, ab affuſis diverſis ſolutionibus varios induentes colores, iiſque iterum amiſſis, in priſtinum ſtatum redeuntes, amœna ſpectacula præbent. Veluti ſi Tincturæ roſarum rubrarum cum Spiritu vini, albeſcenti adhuc, Spiritus ſalinus acidus affundatur, uti Spiritus Vitrioli, Oleum Sulphuris, Spiritus Salis marini, Nitri, Aqua fortis, adeo exigua copia, ut vix acidum percipi queat, hæc in tincturam elegantem rubri roſeique coloris mutatur. Si autem eidem Tincturæ roſarum ſolutio Salis Alcalini affundatur, mutatur in Tincturam viridem, veluti fit ab affuſo Oleo Tartari per deliquium, Spiritu Salis Ammoniaci. Sed ſi eidem Tincturæ roſarum alba ſolutio Vitrioli Martis in Aqua affundatur, oritur nigrum

atramentum. Si rubenti priori Tincturæ, propter affuſum acidum Spiritum, adjeceris ſolutum Salem alcalinum, in viridem colorem vertitur rubedo: & ſi virenti Tincturæ ob Salem alcalinum adjeceris Spiritum acidum, mutatur in rubeſcentem Tincturam.

Si ſolutioni pellucidæ gallarum Vitriolum Martis vulgare, vel calcinatum ad albedinem, vel ad formam rubri colcotharis injiciatur, illico nigreſcit: perit nigredo ab affuſis Olei vitrioli guttis, priori pelluciditate redeunte; huic liquori affunde Oleum Tartari per deliquium, redit priſtina nigredo, deſtructa iterum ab affuſo Spiritu acido. Plura ſimilia Magnus Boerhavius (*a*) ſuppeditavit, & proſtant quædam in Tentaminibus Florentinis (*b*), tum apud Helshamum (*c*). Hæc colorum productio & mutatio a varia magnitudine particularum in ſolutione natantium, nunc majorum, nunc minorum pendet: inde enim hos colores oriri, ſubtiliſſime oſtendit Nob. Newtonus (*d*), qui doctrinam de Luce & Coloribus fere exhauſit, plurimiſque aliis inventis, quæ attingere in his Inſtitutionibus non licet, amplificavit (1).

(*a*) Chem vol. 2, p. 535.
(*b*) Part. 2. pag. 03. & ſequentib.
(*c*) Lectures ch. 20.
(*d*) Opticæ Lib. 2. part. 2.

CAP.

(1) Newtonianæ itaque doctrinæ de coloribus ſumma hæc eſt: quod a certis corporibus certa radiorum genera reflectantur reliquis omnibus copioſius, & ab aliis alia. Minium nempe radios minime refrangibiles, ſive rubros, copioſiſſime reflectit, atque inde videtur rubrum: Violæ radios maxime refrangibiles, ſive violaceos, copioſius præ ceteris reflectunt; atque inde ſuum trahunt colorem: Omne demum corpus eos radios præ reliquis copioſius reflectit, qui ſunt eodem ipſius colore donati, coloremque ſuum inde trahit, quod iſti radii in reflexo lumine prævaleant, & dominentur. Hujus doctrinæ hæc eſt potiſſima ratio, quod color luminis homogenei nulla reflexione, vel refractione mutetur, ut ex ſuperius relatis experimentis ſatis liquet: igitur ſi naturalia corpora radios reflectendo, nec quicquam eorum colorem immutant, neceſſe eſt non poſſe alia de cauſa, ea colorata videri, quam quia eos radios reflectunt, qui vel ſua natura eo ſint colore donati, quem ipſa corpora exhibent, vel qui aliqua ſua permixtione eorundem corporum colorem conficere debent. Hæc ad opaca corpora ſpectant. Pellucidorum vero, qui tranſmiſſo lumine, colores videntur, ſimiliter ab eorum

ra-

CAP. XXXII.

Deſcriptio Oculi.

§. 943. Quomodo objecta extra nos poſita videntur, exponi nequit, niſi Viſus organum, quod Oculus eſt, intelligatur; quamobrem bre-

---

radiorum conditione pendent, qui libere ea pervadentes corpora ad oculos tandem appellunt, ſive homogenei ſolitarii fuerint, ſive homogeneorum plures invicem permixti. Eos vero radios, qui neque occurrentibus corporibus reflectuntur, neque per eadem tranſmittuntur, intra ipſamet corpora intercipi ac veluti reſtingui exiſtimandum eſt. Si enim aurum in bracteas tenuiſſimas ductum inter oculum & lucem collocetur, lux per id cærulea videbitur, vel viridis: id ergo aurum tranſmittit per ſe radios cæruleos, alioſque ultro citroque reflexos aliquandiu, intra ſe intercipit tandem, atque reſtinguit, radios vero flavos reflectit extra, ipſumque adeo videtur flavum. Quemadmodum autem bracteæ aureæ videntur flavæ lumine reflexo, & ceruleæ tranſmiſſo, ita quoque certi ſunt liquores, ut ligni nephritici, & certa etiam vitri genera, quæ unum genus luminis tranſmittunt copioſius, aliud vero genus reflectunt, eoque pacto coloribus variis pro vario oculi atque luminis poſitu videntur.

Ceterum quæ adverſus hanc Newtoni theoriam tot experimentis confirmatam oppoſuere Pater Pardies, Franciſcus Linus, Antonius Lucas, aliique, ea uberrime reſolvit Newtonus ipſe in Tranſactionibus Anglicanis, ex quibus excerpta huc ſpectantia ſimul collecta videſis *tom.* 2. *Opuſculorum* Newtoni Genevæ editorum Anno 1744. Sed non abs re erit novam adverſus eandem Theoriam hic adferre difficultatem, quod non deſint, qui eam plurimi faciant. Sequenti illa nititur experimento: Si duo ſubtiliſſima fila, coccineum unum, alterum violaceum in longitudinem ſimul conjungantur, tum intervallo debito nudis oculis ſimul objiciantur, ambo conſtat unico obtutu ita diſtincte conſpici, ut craſſities, & color ſingulorum diſtincte dignoſcatur. Id Newtonianæ Theoriæ repugnare aiunt: ex notiſſimis enim viſionis directæ principiis cap. 33. exponendis diſtincta & clara fit objecti viſio per radios, qui ex ſingulis objecti punctis penicillorum inſtar prodeuntes, ac divergentes, ope trium refractionum in oculi humoribus, aqueo, cryſtallino, vitreo, tandem in totidem retinæ puncta accuratiſſime coeunt, diſtinctamque objecti imaginem ibidem depingunt, quemadmodum cap. 33. fuſius eſt declaratum. Igitur ſi coccinei ſimul & violacei fili

me eum explicare nitar. Eſt homo a natura duobus donatus oculis in facie mediaque capitis altitudine poſitis, ut cerebro ſint proximi: quilibet profunde in

clarus & diſtinctus eſt ſimultaneus intuitus, uti docet ſuperius memoratum experimentum, neceſſe omnino eſt cum coccineorum, tum violaceorum radiorum pennicillos ex diverſis ejus objecti punctis prodeuntes, peractis per oculi humores debitis refractionibus, in totidem retinæ puncta accurate coire. Verum ſi ſecundum Newtoni theoriam violacei omnium maximæ, omnium minime rubri refringuntur, horum alterutrum admittatur neceſſe eſt, ſcilicet, ſi rubri accuratiſſime in retina coeunt, violaceos radios majoribus refractionibus præditos, atque idcirco magis convergentes factos, cis retinam, & intra vitreum humorem coire, ex quo inde decuſſantes & divergentes plura retinæ puncta ſubire: ſi violaceos ſtatuas accuratiſſime in retina uniri, rubros neceſſe eſt minoribus refractionibus præditos, atque idcirco minus convergentes, ad retinam disjunctos pervenire, trans illam uniendos, ſi producerentur. Nequit igitur ſecundum Newtoni theoriam clarus & diſtinctus eſſe utriuſque fili coccinei, & violacei ſimultaneus intuitus.

Sed evaneſcet prorſus hæc difficultas, ſi ſpectetur 1. adfirmari tantum, at certe adducto experimento non ad evidentiam probari; utriuſque ejus fili claram & diſtinctam eſſe ſimultaneam viſionem; fac enim accurate diſtinctam coccinei fili viſionem veluti ex centum partibus coaleſcere, atque ob diverſam Newtonianam radiorum refrangibilitatem, eandem viſionem ab accurate diſtincta una vel duabus ejuſmodi centeſimis partibus deficere; quis adfirmabit eum defectum oculo poſſe dignoſci, eodemque viſionem illam non accurate diſtinctam reputari? Junctis ſane in retina violaceis radiis, etſi ibidem tum accuratiſſime non colligantur coccinei, hi tamen tam propinqui inter ſe retinam ferient, ut pro accuratiſſime junctis ſaltem phyſice haberi poſſint, nullaque adeo eſſe poſſit ſenſibilis differentia in claritate & diſtinctione viſionis. 2. Mentis reflexione, judicio, vel anticipatione veluti compenſari claritatis, & diſtinctionis defectum ex diverſa radiorum refrangibilitate oriundum, quemadmodum ab eadem quoque cauſa magnitudinis, & diſtantiæ objecti viſio & perceptio dependet, uti Opticis notum eſt, patetque ex iis, quæ cap. 33. dicta ſunt.

Expoſitis hactenus quæ ad Newtoni doctrinam de colorum cauſis & natura ſpectant, nil ceterorum Philoſophorum ſententias Auctor noſter moratur; quod fortaſſe vera jam demonſtrata Clariſſimi Viri ſententia, reliquorum Philoſophorum de coloribus hypotheſes a veritate, quæ una & ſimplex eſſe debet, quam maximum abludere neceſſe ſit. Eæque præterea hypotheſes in communi errore conſentiunt omnes, quod lucis modificatio varia, qua ſin-

in orbita jacet oſſea, accurate a Cl. Winſlovio de
lineata (*a*), in qua tutus ab injuriis, a latere vel po- [*a*] L'Hiſtor. de l'Acad. Roy. A. 1721.
ſtice inferendis, hæret: aliquantum ex orbita promi-
net,

ſinguli colores exhiberi ponuntur, ei non ſit ab origine inſita, ſed inter reflectendum, vel refrigendum acquiſita. Inter lucis radios nullum agnoſcitur diſcrimen earum hypotheſium Auctoribus, priusquam in corpus aliquod colorificum incidant, opinantibus tantum, quod pro varia iſtius corporis diſpoſitione, variis modis ii reflectantur, & refringantur; & pro ſpecie modificationis, quam ſic acquirunt, varia deinde colorum phantaſmata exhibeant. At cuncta hæc falſa eſſe ſatis ſuperque evictum: nihilominus quo philoſophica eruditione circa hoc potiſſimum Phyſicæ thema tironum noſtrorum animus imbuatur, ſimulque intelligant experimentalis Newtonianæ Philoſophiæ præſtantiam præ aliis philoſophandi rationibus, præſertim quæ vanis, & pro libitu fictis hypotheſibus fulciuntur, operæ pretium me facturum duxi, ſi præcipuas ſaltem aliorum Philoſophorum de colorum natura ſententias hic explicatas ſubjicerem.

Ariſtoteles imprimis *lib. de ſenſu & ſenſibili cap.3.* colorem definit του διαφανοις εν σωματι ωριςμενω περας, ideſt, *exremitatem perſpicui in corpore terminato*. Contendit ſcil. naturam illam perſpicui, in cujus actione lucis naturam conſtituerat, non ſolum in aqua, aere, cœlo, ceteriſque pellucidis corporibus reperiri, ſed & in quolibet opaco corpore inæqualiter, plus minuſve, diffuſam; eam in aere ceteriſque pellucidis corporibus lucem efficere; in corporum vero variis ſuperficiebus colores eorum varios. Lux itaque & color per Ariſtotelem eadem eſt perſpicui natura reipſa & actu mota; hæc ſi in corpore fuerit interminato, & permeabili, lux proprie erit; ſi vero a corporis ſuperficie fuerit terminata, colorem conſtituet. Quid vero id eſt aliud, quam lucis radios in corporibus pellucidis nullum offendere obſtaculum, a quo reflectantur, in opacorum præterea corporum ſuperficiebus eoſdem incidentes reflecti ob obſtructum aditum, indeque ad oculos pervenientes colorum ſenſus excitare? Id ſane tam vero congruum, quam quod maxime, ac ſolis exceptis Scholaſticis, Philoſophorum nemo abnuit; quæſtionem tamen non ſolvit, cum explicandum adhuc ſit, quid a corporum ſuperficiebus ei perſpicuæ naturæ accedat, ut inde varias colorum ſpecies referat. Adducta præterea Ariſtotelis definitio nec omnem complectitur coloris naturam; color enim plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride, & Priſmate; in vitris vel liquoribus perſpicuis aliquo colore leviter tinctis; in aqua marina, quæ viridis apparet; qui tamen color non extremitate vitri, aquæ, liquorumve, ſed per totam eorum craſſitiem generatur. *Vide New. Lection. Optic. part. 2. initio ſectionis primæ*.

Ad Peripateticos vero, vel po-

net, atque a parte antica duabus retinetur, defenditurque palpebris.

§. 944. Supra Palpebram ſuperiorem, ad infimam fron-

potius Arabum Sectatores Scholaſticos quod ſpectat, quæ de coloribus ii tradidere, etſi vera forent, nil tamen ad propoſitum conferunt, quippe qui modum & cauſas quibus ſinguli colores generantur, ne vel hilum attingunt. Pro ſingulis rerum ſpeciebus & qualitatibus, totidem *formarum*, vel *entitatum* ſpecies proferunt; verum de particulari cujuſvis formæ vel entitatis cauſa atque ratione, ob quam ab aliis diſcriminatur haud quicquam diſſerunt; atque adeo ea miſſa faciunt, quorum explicatio proprium videtur Phyſici officium, imo quæ ſola mentem ſcientiæ naturalis avidam explere poteſt.

Carteſius cum lucis naturam conſtituiſſet in globulorum ſecundi elementi ſeriebus a corpore lucido recta quaquaverſus impulſorum, colores inde repetit, quod iſti globuli per refractionem alium circa aliquem ſui axem acquirant motum; iſque, ut varia eſt corporis refringentis, vel reflectentis conditio, ſit quoque varius, magis ſcil. vel minus celer, circa hunc vel circa illum axem: atque adeo quemadmodum lucis natura per directum globulorum motum, vel potius directam eorum impulſionem explicatur Carteſio, ita colores omnium generum ex eorundem globulorum impulſione ſimul cum vario motu circulari, Carteſio judice, dependent. Si globuli celerius circa proprium axem, quam in rectam lineam, moveantur, rubrum colorem ab iis excitari contendit; flavum, ſi æquali celeritate circa ſeipſos & in directum ferantur; cæruleum, ſi celerius in lineam rectam, quam circa ſeipſos volvantur; eademque ratione ex varia circularis, rectique motus combinatione, intermedii colores omnes ſuam trahunt per Renatum originem, quemadmodum *cap.* 8. *de Meteoris num.* VI, VII, & VIII pluribus proſequitur Vir clariſſimus. Verum plura ſunt, quæ hanc ſententiam peſſumdant prorſus: celerior imprimis, vel remiſſior globorum motus circa proprium axem, ceteraque Renati pro coloribus aſſumpta, finguntur tantum, nulla ſolida ratione, experimentis nullis innixa; adeoque in vera Phyſica, quæ ſcil. veras naturalium effectuum cauſas expiſcatur, nullum locum obtinere poſſunt. 2. Id præterea omnem rationem prætergreditur, quod quandoque globuli ſecundi elementi circa ſuos axes tanta pernicitate moveri ponantur, ut rectam luminis emiſſionem, quæ momentanea illi eſt, longe ſuperet. 3. Illud tandem in hac ſententia explicari omnino nequit, qui nempe fiat ut tam diverſos circularis motus gradus lucis radii obtineant per vitreum priſma trajecti, ut omnes pene colorum ſpecies in albo obice exhibeant, etſi ad primam priſmatis ſuperficiem æqualiter omnes incidant: multoque minus intelligitur, qui iidem radii per primum priſma

frontis partem , ponitur Supercilium ; compoſitum ex plurimis , arcuatis , brevibus pilis denſiſſimis ad canthum majorem , rarioribus ad minorem ; a cantho

priſma refracti , & diverſos jam referentes colores, ſingillatim deinceps alio priſmate excepti , varios etiam colores , ut ante , non repræſentent , ſed quiſque ſuum conſtantiſſime retineat.

Petrus Gaſſendus , Boylius , Fabri , Borow , aliique Neotericorum Philoſophorum plures in eadem de colorum natura ſententia conſentire videntur ; quod videlicet ab ipſa luce hoc aut illo modo a corporum ſuperficiebus modificata , majori minorique umbrarum copia intermixta , dependeant . Nulla quippe datur corporum ſuperficies adeo exquiſite polita , quæ quoad ſubtilem ſaltem illius contexturam particulis eminentibus ubique non ſit aſperata , quarum figuræ valde inter ſe ſint differentes , & facieculas habeant ad diverſas partes reſpicientes : hinc fit , ut non omnes radii quotquot ad ſuperficiem aliquam appellunt , ad oculum reflectantur, ſed aliis alio digredientibus , ii tantum ad oculum repercutiantur , qui in illis facieculis incidunt , ex quibus ad oculum venientes angulum reflexionis , incidentiæ angulo æqualem faciunt : quamobrem a corporum ſuperficiebus ad oculos non perveniunt radii , niſi nimium rareſacti , & umbellulis quibusdam permixti . In refractione item non omnes radii pellucidum corpus penetrant , ſed qui tantum in rectos eorum poros , veluti in tubulos incidunt ; atque adeo qui inde ad oculos tranſmittuntur , rareſacti nimium ſunt , umbellulisque intermixti . Ex ipſa vero luce variis modis denſata , vel rareſacta umbris , ad oculos appulſa , colores omnes originem ſuam trahere laudatis Auctoribus ponuntur . At receptiſſimæ huic ante Newtonum ſententiæ ſequentia momenta opponimus . 1. Cum radii , qui refrangibilitate differunt , priſmate fuerint ſeparati , ut ſuum quiſque colorem referat , ſi ſingillatim altero priſmate excipiantur ; perque id vel refracti tranſeant , vel etiam reflectantur , idem ſemper & immutatus ſingulorum perſeverat color , qui ante : verum mutari is deberet ; ſi colores nil aliud eſſent quam variæ luminis modificationes a refractionibus , vel reflexionibus natæ ; cur enim ea modificationum varietas per primum non vero per ſecundum priſma induceretur ? 2. Solis radius in tenebricoſum cubiculum per exiguum foramen F (*Vid. fig. 6. Tab. Addit.*) immittatur , iſque per priſma A B C primum tranſiens , & ſeparatus , deinde per lentem P T aliquando latiorem , tandem ad lentis focum O convergat . Si hic charta ad perpendiculum lumini fuerit objecta , ut in ſitu D E , colores univerſi ad eam in O incidentes albi apparebunt . At ſi charta circa axem ſuum priſmati parallelum convertatur , ut ad lumen valde fiat obliqua , quemadmodum in poſitionibus *e d* , *e δ* , jam idem lumen in uno caſu flavum atque rubrum , in al-

tho majori ad minorem decurrentibus; vix unquam deciduis, conicis, intus aliquouſque cavis, medullæ plenis. Supercilium elevatur, deprimitur, adducitur ad naſum, explicatur, corrugatur a fibris maſcularibus frontalibus (*a*), tum ab iis, qui pinnas naſi elevant. Irretiuntur in his pilis pulveres, ſordes, ſudor; quæ a fronte delabentia, in oculos cæteroquin inciderent, viſumque turbarent: depreſſi quoque pili lucem a parte ſuperiori copioſiorem allapſam aliquantum ſiſtunt.

(*a*) Euſtach. Tab. 41. Fig. 1.

§. 945.

altero vero cæruleum videbitur. Hic ſane una eodemque luminis pars, in uno eademque loco pro variis chartæ inclinationibus modo alba, modò flava aut rubra, modo demum cærulea apparet, dum interea chartæ ſuperficies, luminis, & umbræ confinium, priſmatis refractiones eadem ſemper manent (*Videſis Nevvtoni Optic. prop.* 1. *part.* 2. *l.* 1.)

Novam colorum theoriam excogitavit Cl Mallebranchius, in monumentis Regiæ Pariſ. Acad. A. 1699. fuſius deductam, eamque plurium Neotericorum calculo probatam. Putat videlicet lucidum corpus concitatiſſimo ſuarum particularum motu materiam ſubtilem ſibi circumfuſam crebris vibrationibus impellere, eaque magna vi elaſtica pollente undulatorium motum ad inſtans temporis ad oculos uſque tranſmitti, indeque lucis ſenſum excitari, quemadmodum aer vibrationes a ſonoro corpore excitatas ad aurium ſenſoria referens, ſonorum ſenſus procreat. Sicut vero ſi unius chordæ vibrationes alterius vibrationibus fuerint æquediuturnæ, idem ab utraque excitatur tonus, etſi magis ſtrepens vel fortior ſit ejus chordæ latiores vibrationes reddentis; ita quoque ſi ejus materiæ, quæ lucem excitat, æquediuturnæ fuerint vibrationes, eadem ſemper procreabitur lux, etſi vividior in latioribus vibrationibus. Quemadmodum etiam chordarum non æquediuturnas vibrationes reddentium diverſi ſunt toni, ita ſi unius corporis lucidi vibrationes breviori abſolvantur tempore præ alterius vibrationibus, diverſæ lucis. ſpecies tum excitabuntur, ſeu diverſi colores. Hinc vero corporum proficiſcuntur varii colores, quod cum ſuperficies habeant varia ratione contextas, non uno omnes modo lucem regerunt, ſed nunc latiores nunc minus latas, modo frequentiores, modo minus frequentes vibrationes reddentem; ab his vero vibrationum diverſis ſpeciebus omnem colorum varietatem Cl: Vir mutuatur. At omiſſis ceteris, id unum explicatum vellem, cur ſcil. radiis per primum priſma in colores ſeparatis, eorum præterea nullus novi priſmatis refractione in alios item colores diſpeſci valeat? Cur tot vibrationum ſpecies lucis radiis a primo priſmate inducantur, ut inde ea colorum varietas oriatur; iisdem vero paribus, nulla vibrationum diverſitas ſingulis ſeparatis radiis per novum priſma accedat?

§. 945. Palpebræ ſunt bina oculi anteriora munimenta membranacea, quorum unum ſuperius, alterum inferius eſt: uti ad ſe accedendo, oculum claudunt, ita recedendo eum detegunt. Sunt exiguæ craſſitiei, ut quodammodo pelluceant, nihilominus conſtant ex Epidermide, Cute, Membrana celluloſa, Muſculo, & Membrana politiſſima interiori admodum vaſculoſa, pertuſaque plurimis oſculis ductuum excretoriorum, ex glandulis originem ducentibus. Limbi palpebrarum cartilaginei, glaberrimi ſunt, perforati ductibus (a), ceraceam materiam exſtillantibus, ne ab Aëre exſiccentur, nec lacrymæ tranſcendant, nec palpebræ concreſcant. Palpebra ſuperior elevatur a muſculo attollente (b), deprimitur a deprimente. Inferior quoque palpebra donatur muſculo attollente (c), & deprimente (d). Impediunt non modo palpebræ, ne oculus ab externis injuriis lædatur, ſed quoque ſua apertura Lucis copiam moderantur, ne hæc tenerrimam deſtruat retinam, cum objecta admodum illuminata videmus: inſuper perpetuo ſordes, cum nictitamus, abluunt, humectantque corneam, ut pellucida maneat.

(a) Bartholini Anat. Lib. 3. Tab. 10. Fig. 5.
(b) Verheyen Tab. 27. Fig. 1. & 2.
(c) Euſtach. Tab. 41. Fig. 1.
(d) Verheyen Tab. 27. Fig. 1.

§. 946. Ad marginem extremum & externum palpebrarum datur ſeries pilorum, qui vocantur *Cilia*, recta fere extrinſecus exſtantia, in palpebra ſuperiora incurvata ſurſum; deorſum in inferiori, ne lucis introitum impediant: ſunt ſimillimæ fabricæ ac ſupercilia: oculum adverſus externas ſordes & animalia defendunt.

§. 947. Ad Canthum oculi majorem, in margine interiori utriuſque palpebræ, conſpicitur foraminulum, medium quaſi in prominenti papilla, *Punctum Lacrymale* appellatum: utrumque eſt orificium canalis, naſum verſus decurrentis, prope quem uterque conjunctus ſaccum lacrymalem format, per canalem ſe in naribus exonerantem (e). Attractione hæc puncta in ſe lacrymas abſorbent, pari modo ac Aqua attrahitur in tubos capillares: cumque hic apparatus Siphoni capillari inæqualium crurum ſit ſimilis, lacrymæ a punctis attractæ pari modo ex crure longiori

(e) Drake Antrop. Tab. 17. Fig. 6.

giori in naribus hærente effluent.

§. 948. Ad Canthum majorem *Caruncula* eſt *Lacrymalis*, rubra, ſcabra, ſpongioſa, inter utramque palpebram, impediens ne hic primo claudantur palpebræ; reſiſtens lacrymis huc determinatis, ut illæ a punctis lacrymalibus facilius abſorbeantur.

§. 949. *Glandula magna* poſita inter Oculi bulbum & palpebram ſuperiorem, in copioſa pinguedine, a cantho minori ad majorem exporrigitur, emittitque ductus, oblique inter pinguedinem & membranam internam palpebræ decurrentes (*a*), ex quibus perpetuo effunditur liquor, qui *Lacryma* appellatur, deſtinata irrigandæ, abluendæque Corneæ.

(*a*) Verheyen Tab. 27. Fig. 1. & 2.

§. 950. Ex nonnullis tunicis Oculi bulbus componitur, quarum prima *Adnata*, conſtituit quodcunque extrinſecus in Oculo, apertis palpebris, album apparet. Eſt membranacea, tenuiſſima, nervea, candida, obducta oculo anteriori, & corneæ quantitate $\frac{1}{3}$, vel $\frac{1}{2}$, vel unius lineæ: hæc non ingreditur orbitam oſſeam, ſed ſe quaquaverſum explicando bulbum annectit perioſtio, eumque retinet, ne ex orbita excidat, inde flexa retrorſum, internam ſuperficiem palpebræ conſtituit.

§. 951. Oculus undique in copioſiſſima pinguedine ſepultus jacet, cui molliter inſidet. Hac Muſculi ejus perpetuo illiniuntur, lubricantur, ut prompti ſint ad omnes motus exercendos. Hi motus ope quatuor Muſculorum rectorum, & duorum obliquorum peraguntur, optime deſcriptorum ab Euſtachio (*b*), & Winslovio (*c*), & oculum ſecundum quamcunque directionem moventium, imo & ex orbita aliquantum extrahentium, nervos a pari Motorio, Pathetico, Quinto, & Sexto pari, & ab Intercoſtali recipientium (*d*).

(*b*) Tab. 29. Fig. 2. 3. 4. 5.

(*c*) L'Hiſt. de l'Acad. Roy. A. 1721.

(*d*) L'Hiſt. de l'Acad. Roy. A. 1726.

§. 952. Bulbus oculi globus foret perfectus, niſi a parte anteriori, ubi cornea eſt, plus protuberaret, & a parte poſteriori adhæreret Nervo optico. Adulti hominis oculus a Cornea ad nervum Opticum eſt lon-

longitudine 11 $\frac{1}{3}$ linearum poll. Paris.

§. 953. Extima membrana, toto bulbo oculi obducta, oritur a dura matre in Cerebro, quæ nervum Opticum, per foramen in orbitam oſſeam intrantem, involvit: ad oculum perveniens in ſphæram explicatur: cum ad anteriora perrexit, gracileſcit, flexibilior fit, minus coriacea, pellucet, magiſque protuberat. Quamdiu opaca eſt, vocatur *Tunica Sclerotica*; ubi pellucet anterius, *Cornea*. Componitur ex plurimis lamellis ſibi impoſitis. Eſt Sclerotica minus craſſa ſub Muſculis rectis, quam in reliqua oculi parte. Cornea eſt ſegmentum ſphæræ, cujus diameter eſt plerumque 7, vel 7 $\frac{1}{4}$, vel 7 $\frac{1}{2}$ linearum: ejus chorda eſt vel 5, 5 $\frac{1}{4}$, 5 $\frac{1}{2}$ linearum: craſſities membranæ eſt plerumque $\frac{2}{12}$ vel $\frac{3}{12}$ lineæ (*a*), notante Cl. Petito: pertuſa eſt ab externa parte vaſculis humorem fundentibus, ſecundum Stenonem, & Winslovium; ex his in agoniſantibus relaxatis ſphincteribus liquor viſcidus craſſus effluit.

(*a*) L' Hiſt. de l'Acad. Roy. A. 1728.

§. 954. Sub priori jacet ſecunda membrana, orta in cerebro a Pia matre, nervum cingens Opticum, & deinde oculi bulbum; duplex eſt, extima contigua Scleroticæ uſque ad Corneam, ubi eam deſerens, in planam membranam abit, quæ quamdiu adhæret Scleroticæ, appellatur *Choroeides* vel *Uvea*, ubi a Cornea diſtat, vocatur *Iris*. Interior membrana eſt *Ruyſchiana*, quæ prope Iridem introrſum reflexa, obducit humorem Vitreum, & Cryſtallinum. Iris perfecte rotunda eſt rotundo foramine pertuſa, quod vocatur *Pupilla*, hæc non accurate eſt in media iride, ſed propior Naſo. Eſt Iris tincta variis coloribus, componiturque ex fibris Muſcularibus, ab ambitu externo ad centrum tendentibus, & in limbo orbiculari terminatis. Limbus hic inſtruitur quoque fibris muſcularibus inſtar ſphincteris, figuram pu-

pupillæ determinantibus: hæ cum prioribus, & inſuper membranis exilibus pellucidis connectuntur: Muſculi longitudinales pupillam dilatant, quam orbiculares coarctant, adeo ut pupilla videatur dilatabilis, imprimis in infantibus, minus in ſenibus; quod factum, ut plurimum lucis, ab objectis emiſſæ, acciperemus, aut ne a nimia luce excæcaremur; adeoque moderamur aperturam, prout id diſtincta viſio poſtulat. Eſt pupilla inſtar canalis conici truncati, cujus baſis ſpectat interiora oculi; ab hac enim parte fere triplo amplior eſt parte exteriori, ut plus lucis per eam tranſmitti ad Cryſtallinam Lentem poſſet. In vaſculis Iridis preparatur liquor, in cameram anteriorem Oculi effundendus.

§. 955. Tunica Ruyſchiana, humori vitreo obducta, fibrillis inſtruitur muſcularibus, quæ vocantur *Proceſſus Ciliares*, quorum fixum principium eſt undiquaque in Uvea, ſuntque arcuati, quia anteriori parte humor vitreus protuberat: inſtar radiorum huic inſident, Cryſtallinum verſus decurrentes; ſunt quidem hæ fibrillæ rariores, quam in Iride, verum craſſiores. Iridis poſtica pars, ut & Proceſſus Ciliares, aterrimo illiti ſunt pigmento, lucem obliquius in oculum ingreſſam ſuffocante. Proceſſus Ciliares ſe contrahentes, ex arcuatis fiunt magis recti, comprimunt humorem vitreum, quem ad poſteriorem oculi partem pellunt, inde ob reſiſtentiam pellitur antrorſus, medium verſus, Lentemque cryſtallinam antrorſum movet.

§. 956. Ut ingreſſus Nervi Optici in Oculum intelligatur, finge Oculum intueri objectum, in pari ab horizonte ſecum altitudine directe ſibi obverſum: tum planum horizontale tranſire per medium Iridis; & planum perpendiculare ad horizontem quoque per medium Iridis: Nervus Opticus poſticam bulbi partem ingreditur paulum infra planum horizontale, & in loco fere intermedio admodum oblique: idcirco axis opticus, qui eſt linea perpendicularis in Corneam, tranſiens per centrum oculi, non cadit in Nervum Opticum, ſed inter eum & partem oculi

ex-

exteriorem. Nervus Opticus oculum ingreſſus, expanditur ſub humore vitreo quaquaverſum ſphærice, adhærendo tunicæ Ruyſchianæ ,; acquiritque formam tenuiſſimæ membranæ, villoſæ, excurrentis uſque ad receſſionem tunicæ Ruyſchianæ ab Uvea. Vocatur Nervi expanſio *Retina*, quæ tenuiſſima eſt, mollis, tenerrimi inſtar muci. Eſt Nervus Opticus, notante Euſtachio (*a*), & Ruyſchio (*b*), in medio perforatus, veluti Malpighius in piſce Imperatore quoque obſervavit. Ubi incipit explicari, Arterias majores & vaſa Lymphatica poſſidet. Eſt Nervus Opticus albi coloris, velut Cerebrum, cujus eſt propago: Retina tamen non adeo candida obſervatur, quia immergitur muco aterrimo, ad ſuperficiem tunicæ Ruyſchianæ hærenti: hinc eſt hæc membrana penitus nigra in Infantibus, minus nigreſcit circa annum vigeſimum, gryſei coloris eſt circa annum trigeſimum, & in ſumma ſenectute fere albeſcit.

(*a*) Tab. 40. Fig. 1. 2. 3.
(*b*) In Epiſt. Tab. 5. Fig. 4.

Sunt hæc involucra Oculi; nunc ad intus contenta pergamus.

§. 957. Inter Corneam & Iridem cavitas eſt, quæ *Camera anterior* vocatur: inter Iridem & Lentem Cryſtallinam altera eſt cavitas, *Camera poſterior* dicta, communicans ope pupillæ cum priori. Camera anterior eſt maxima, poſterior minima. Anterior ſecundum Cl. Petitum (*c*) eſt linearum Cubicarum 11, 542. poſterior 7, 554. Capacitas ambarum ultra 19 lineas Cubicas, quæ capere poſſunt grana 4, 08. humoris Aquei. Eſt diſtantia inter ſuperficiem corneæ internam & Lentem Cryſtallinam $1\frac{1}{4}$ lin: addita craſſitie Corneæ, diſtat ſuperficies externa a Lente $1\frac{5}{12}$ lineæ. Altitudo cameræ anterioris, ſive diſtantia a Cornea ad Iridem, plerumque eſt $\frac{2}{3}$ vel 1 lineæ. Altitudo Cameræ poſterioris $\frac{1}{6}$ vel $\frac{1}{8}$ lin. Implentur ambæ Cameræ eodem liquore, qui vocatur

(*c*) L'Hiſt de l'Acad Roy. An. 1728.

catur *Aqueus*, eſtque tenuis, pellucidiſſimus, ſubſalſus, inodorus; perpetuo renovatus & reſorbtus; minus tenuis & pellucidus eſt in ſenibus, lucem, ut aqua vulgaris, refringit.

§.958. Sequitur *Lens Cryſtallina*, ita poſita in medio Oculo, ut axis pupillæ cum ejus axe jaceat in eadem recta: ſi longitudinem Oculi conſideres, non hæret in medio, ſed propius Corneæ. Eſt corpuſculum mediocriter firmum, in ambitu rotundum, utrimque ſphæricum convexum, Lentis Microſcopicæ inſtar: Anterior ſuperficies minus convexa eſt poſteriori: illa eſt portio ſphæræ, in plurimis oculis diverſæ, cujus diameter eſt a *6* ad 12 lineas, frequentiſſime $7\frac{1}{4}$ vel 8 linearum: poſterior ſuperficies eſt ſegmentum ſphæræ, cujus diameter eſt 5 linearum, raro $5\frac{1}{2}$. Chorda lentis plerumque eſt 4 vel $4\frac{1}{2}$ linearum, craſſities 2 linearum. Ex plurimis lamellis, vaſculoſis, ſphæricis, arctiſſime unitis componitur Lens, hæc admodum pellucet: uſque ad ætatem 20 aut 30 annorum eſt abſque colore, a quo tempore incipit tingi leviter colore flavo, qui ſucceſſu temporis intenditur, donec anno 80 inſtar ſuccini flaveſcat. Durities etiam mutatur, mollior enim eſt uſque ad annum 25, indureſcit uſque ad *6*0 annum; mollior eſt ab exterioribus ſuperficiebus, durior in medio: ætate etiam ejus convexitas minuitur. Lens incluſa eſt capſulæ membranaceæ, quæ a parte poſtica cum membrana coercente humorem vitreum concreſcit: concretio hæc uſque ad limbum circularem extremum pergit. Capſula hæc ab anteriori parte formatur a tunica Arachnoidea, oriunda ab uvea. Dicitur hærere Lens ab omni parte ſoluta in hac capſula, cui infunditur humor viſcidus, Lentem irrigans & nutriens (*a*), niſi forte tenuiſſima vaſcula ex capſula in eam tranſierint, veluti injectiones artificioſæ Hovii, aliorumque Anatomicorum probare videntur. Hæc lens lucem amplius

(*a*) L'Hiſtor. de l'Acad. Royal. Anno 1730.

plius, quam aqua refringit; cum enim aqua lucem ſub angulo 16° 50' refringebat, in Lente bovina angulus formabatur 24° 10' notante Hauksbejo. Robinſonus hujus pondus ſpecificum ad Aquam, uti 10 ad 9 deprehendit.

§. 959. Lens ſua parte poſteriori inſidit *Humori Vitreo*, quæ eſt maſſa Humore Aqueo denſior, Cryſtallino mollior, pellucidiſſima, flexilis, implens partem oculi poſteriorem, Lentem & Humorem Aqueum ſua copia ſuperans: anterius coërcetur a Choroide, & proceſſibus ciliaribus: plurimorum vaſculorum, ſuis membranis inhærentium, compages eſſe videtur. Hauksbejus vim hujus refringentem eandem ut in aqua obſervavit, & pondus ſpecificum cum aqua fere convenire notavit Robinſonus (*a*).

(*a*) Helsham Lectures.

§. 960. Nervi Optici a ſumma regione ſubſtantiæ medullaris Cerebri, ſub corporibus ſtriatis, oriuntur, inde tendunt deorſum, & ſub infundibulo accurata uniuntur; tumque lamellæ, oriundæ a latere dextro Cerebri, tranſeunt inter alias, quarum origo a latere ſiniſtro Cerebri, atque cum his conjunctæ nervum formant, tendentem ad oculum ſiniſtrum: ita quoque ex parte ſiniſtra Cerebri ortæ tranſeunt ad nervum dextrum, atque permixtæ cum hujus fibrillis tendunt ad Oculum dextrum: dein ambo nervi a ſe ſecedunt, ingrediuntur foramina, quæ fundo orbitarum ſunt inſculpta, perveniunt ad oculi bulbum, in quo explicantur, conſtituentes Retinam.

CAP. XXXIII.

De Lucis tranſitu per Oculi humores, & de Viſione.

§. 961. Radii Lucis ex quocunque puncto objecti lucentis vel illuminati emiſſi, atque illapſi in album oculi, repercutiuntur, nec in oculum ſe penetrant. Qui autem in Corneam incidunt, hoc modo pergunt. Sit objectum ABC, a puncto B Tab. 5. Fig. 1.

radii B *d*, BF, BD, BE, B *a*, egrediuntur, quorum BD, illapſus perpendiculariter in Corneam ſphærico convexam, pellucidam, recta ad H per humorem aqueum abſque refractione tranſit: BE oblique in Corneam illapſus, refringitur accedendo ad perpendiculum P *p*, ſecundum proportionem radiorum ex Aere in aquam incidentium & refractorum, §. 878. & per humorem aqueum, ac pupillam uſque ad G tranſit: pari modo radius BF tranſit ad I. In hac refractione radii redduntur minus divergentes, quo fit, ut plures per pupillam tranſmitti queant. B *a* & B *d* a Cornea refracti incidunt in Iridem, a qua repercutiuntur, exeuntque ex oculo: talium ope alterius oculi Iridem, ejuſque colores conſpicimus.

§. *962*. Quia pupilla anguſta eſt, per eam radii multum divergentes non tranſibunt; quod factum, quia hi, etiamſi refracti, cum aliis in puncto ſupra retinam non concurriſſent.

Eadem quoque in radiis a punctis objecti C; & A, ac a quibuslibet intermediis, emiſſis locum habent.

Tab.5. Fig.1. §. *663*. Si objectum, ΠΣ, ſit oculo proximum, radii ejus admodum obliqui, poſtquam per pupillam tranſiverunt, uti ΠK, & Σ*m*, incidunt in aterrimum pigmentum, inter Iridem & vitreum ad K & *m*, a quo ſuffocantur; ne, ſi per humorem vitreum ſupra retinam tranſirent, viſum turbarent, cum nequaquam ſupra retinam coire in puncto poſſent.

§. *964*. Quo Cornea eſt planior, eo radii in eam illapſi minus refringuntur, minus proinde ad pupillam diriguntur, pauciores que tranſeunt: qui tranſeunt, poſtea a reliquis humoribus oculi minus cogi poſſunt in puncta diſtincta ſupra retinam. In ſenibus oculi marceſcunt, planiores fiunt; unde liquet, cur hi nec adeo clare, nec tam diſtincte objecta videant. Contra, quo Cornea eſt gibboſior, eo radii ab ipſa plus refringuntur, plures tranſibunt; ita eſt plerumque Cornea Myopum, qui proinde clarius vident

ob-

objecta, ſed tantum propinqua, quorum radii valde divergentes, multum ſunt refringendi, ut ſupra retinam coire poſſint.

§. 965. Quo pupilla eſt amplior, eo plures magiſque divergentes radii ab uno puncto emiſſi tranſibunt; quo anguſtior, eo pauciores hæc radios tranſmittet: dilatari vero & coarctari pupilla ope muſculorum Iridis poteſt; idque requirebatur, quia, ut objecta clare & diſtincte videamus, deſideratur lucis determinata copia, quæ nec retinam nimis, nec levius commoveat: proinde, contrahendo, vel ampliando pupillam, lucis copiam moderamur.

§. 966. Radii non multum oblique per pupillam tranſmiſſi, incidunt in Lentem Cryſtallinam, denſiorem humore Aqueo. Quamvis radius DH in eam recta inciderit, atque ita abſque refractione tranſeat, alii tamen radii oblique illapſi refringentur, accedendo ad perpendiculum, ſecundum proportionem radiorum ex Aqua in vitrum ingredientium; qua refractione radii iterum minus quam ante divergent, vel fient paralleli, aut convergentes, veluti EG tendit ad GL, & FI ad IN. Tab. 5. Fig. 1.

§. 967. Quo ſuperficies anterior GHI Lentis eſt gibboſior, quo Lens ſolidior, eo radii magis ab ipſa refringentur: Quo hæc ſuperficies Lentis fuerit planior, aut ipſa Lens rarior, eo minor fiet refractio. Videntur Myopes donati Lente admodum refringente, ideo enim tantum objecta propinqua oculo, e quibus radii valde divergentes exeunt, ab iis conſpici poſſunt. Contra ſenes plerique tantum vident objecta remotiora, e quibus radii paralleli emittuntur, parum refringendi, ad quod Lens planior requiritur; ſolidior enim ſemper hæc eſt in ſenibus.

§. 968. Ita radii ad Humorem vitreum, Lente Cryſtallina parum rariorem, pervenerunt: Radius HM perpendicularis ad punctum M, abſque refractione in MO tranſit. Hic in toto decurſu ſuo per tres oculi humores nullibi refractus *Axis Opticus* vocari ſolet: ſed GL oblique exiturus ex Lentis ſuperficie, refringitur recedendo a perpendiculari LT, Tab. 1. Fig. 5.

ferturque via LO : pari modo IN pergit in NO. Adeoque radii hac refractione magis convergentes redduntur, & quo poſterior Lentis ſuperficies fuerit gibboſior, eo radii plus refracti, etiam plus convergent : quo planior ſuperficies Lentis, eo minus convergent. Hoc modo lucis radii, qui ab aliquo objecti puncto B emiſſi erant, iterum in puncto O ſupra Oculi retinam coëunt : nec aliter radii ab objecti punctis A & C repercuſſi, in punctis Retinæ X & Y coibunt.

Tab. 5. Fig. 1. §. *969*. Proinde ſupra Retinam objecti A B C imago in X O Y, inverſe pingetur; eodem modo ac in camera obſcura, exiguo donata foramine, Lentem convexam capiente, ſupra tabulam objectorum externorum imagines pinguntur (1).

§. 970.

(1) Liquet ergo expoſitarum trium refractionum per oculi humores uſum non alium eſſe, quam ut omnes radii, coni inſtar, ab illuminato objecti puncto corneam ſubeuntes, magis magiſque ad ſe accedant, ac tandem in oculi fundo coëant, idem omnes retinæ punctum ferientes. Quod cum de ſingulis illuminati objecti punctis obtineat, hoc viſionis principium ſtatui jure poteriit: *Unumquodque corporis illuminati punctum, unum fere oculi fundi punctum afficere*; & contra: *Unumquodque oculi fundi punctum omnes fere radios ex uno objecti puncto profectos excipere*. Id cum accurate fit, perfecta & clara erit viſio; tum enim illius objecti imago accurate in oculi fundo depingitur, qua ſola anima ad ejuſdem objecti ſenſum excitatur : infirma contra & obſcura eſt viſio, ſi radii in ipſo vitreo humore coierint, atque inde decuſſati ad retinam acceſſerint; vel ſi in eam impingant nondum juncti, jungendi vero ultra oculi fundum, ſi producerentur; ita enim idem objecti punctum pluribus retinæ punctis reſpondet, atque adeo confuſa admodum ejus fit imago. Adductum Auctori exemplum de camera obſcura idem mire confirmat; certa quippe eſſe debet diſtantia lentis ab oppoſita tabula, ut externorum objectorum imagines accurate in ea valeant depingi; ea nempe diſtantia, quæ lentis a ſuo foco intervallum æquet, quam ultra citraque confuſa ſemper deprehendetur imago.

Eſt vero retina mollis admodum & pellucida ſubſtantia, in qua proinde viſi objecti imago non ſiſtitur, ſed coroidem duriuſculam & opacam membranam appellere illam oportet: hinc præclaris Philoſophis valde agitata eſt quæſtio, quænam harum membranarum præcipuum ſit viſus organum & ſenſorium : quod enim communiter Veteres, Halazeno & Vitellione exceptis, præcipuum vi-

§.970. **Fibrillæ nerveæ Retinæ a radiis concutiuntur : qui motus , ſive continuatus , ſive ope Spirituum Animalium , ad extremitatem nervorum alteram in cerebro , ubi Senſorium commune , defertur (1). Hoc motu cum Mente communicato , ob-**

viſus organum in humore cryſtallino, humoremque vitreum veluti bracteam imaginem rei objectæ terminantem , conſtituerint , id tam a vero abludit , quam quod maxime. At id in hac quæſtione firmum ratumque eſſe debet , nec coroidem ſcil. ſine retina ad viſionem ſatis eſſe , nec retinam ſolam ad claram ſenſibilemque rei objectæ imaginem ſufficere, utraque ad id opus eſſe; ut nec bractea ſola, aut ſtamnum quo ſolet poſterius obduci ſpeculum, objectæ rei imaginem exprimit; & deficiente bractea , aut ſtamno , nec eadem ſenſibilis fit per ſolum vitrum imago . Nihilominus cum retinæ ſubſtantia ſit ipſius nervi Optici pars medullaris ad cerebrum uſque & commune ſenſorium producta , ejuſdemque ſit cum cerebro naturæ; coroides vero ſimplex ſit ejus integumentum a pia meninge productum , ſimilius vero eſt ad ſenſum magis præ coroide pertinere retinam, ipſamque adeo potiſſimum viſus ſenſorium appellari poſſe.

(1) Non enim , ut vulgo creditur, oculus eſt qui videt, aut manus quæ tangit , quaſi vid. in ipſo oculo , vel manu viſus vel tactus ſenſus perficeretur : cui enim bono facti a natura eſſent nervi optici , aut qui a manu aliave corporis parte ad cerebrum uſque producerentur? Horum ſane nervorum medio , qui in externis ſenſuum organis motus excitantur , ad cerebrum uſque deducuntur, ac tum modo externorum objectorum ſenſus animam percellit . Hinc ſi circumductis funiculis brachium valde conſtringatur , nullus in partibus infra ligaturam poſitis excitatur ſenſus , nec earum medio dura ſint vel mollia , aſpera vel lævigata , quæ tanguntur corpora, deprehendi poteſt; quod ſcilicet excitatus iis in partibus motus ad cerebrum uſque non deferatur . Similiter , diſrupta ſpina dorſi , homo iis in partibus corporis , quæ filamenta nervorum continent ab inferioris ſpinalis medullæ abſciſſa parte erumpentia, nil tactu ſentit ; quod ſcil. excitatus in iiſdem ab externis objectis motus ad cerebrum uſque nequeat transferri . Liquet igitur cerebrum eſſe veluti interiorem ac communem ſenſum , cum in eo omnes externarum rerum impreſſiones tandem excipiantur & deſinant , eſſeque adeo præcipuam animi ſedem ; ſenſus vero exteriores eſſe quaſdam veluti vias ad oculos , ad aures , ad nares &c. ab ipſa animi ſede perforatas. Qua autem ratione fiat ut ejuſmodi motibus ad cerebrum tandem deductis , hæc vel illa perceptio in mente reſpondeat , nonniſi abſurdis , vaniſque commentis declaratum Philoſophis eſt, quæ non ſunt hujus loci ; tum inveſtigatu difficillimum id eſt, atque ob inadæquatas & obſcuras , quas corporis & animi

jectorum externorum ideæ excitantur: id *Videre* eſt.

§. 971. Objectorum externorum imago diſtincte ſupra retinæ exiguam portionem, circa axem opticum pingitur; ſed confuſe in locis ab hoc axe remotioribus: ideo parvam objecti portionem tantummodo uno intuitu diſtincte videre poſſumus, dum reliquam confuſe & obſcure cernimus.

§. 972. Si objectum in ea abſit ab oculo diſtantia, ut radii lucis, qui e ſingulis objecti punctis ſunt emiſſi, refractionibus in totidem punctis ſupra retinam coeant, manet Lens Cryſtallina in ſuo loco in oculo: Si autem objectum oculo propius admoveatur, radii ab eo emiſſi, magiſque divergentes, & æque ac ante refracti, non ſupra retinam, ſed poſt coirent; quamobrem ope proceſſuum Ciliarium ſe contrahentium Lens removetur a retina, ut radii ſupra eam coeant.

§. 973. Si objectum procul abeſt ab oculo, radii parum divergentes in hunc illapſi, refractique æque ac ante, coirent, antequam pervenirent ad retinam, tum relaxatis proceſſibus Ciliaribus, Lens Cryſtallina ad retinam accedit, ita ut ſupra hanc pingatur objecti imago.

§. 974. An vero Lens Cryſtallina, ſe contrahentibus proceſſibus Ciliaribus, quibus ad Corneam adducitur, non ſimul fit planior, propter compreſſionem ſacculi, in quo hæret? etiamſi propter duritiem mutationi reſiſteret, nihilominus mucus ipſam obducens, a partibus anterioribus H & M verſus
Tab. 5. Fig. 1. proceſſus Ciliares premetur, ubi cavitas in ſacculo ab horum contractione formatur, atque ita idem fit, ac ſi Lens applanata utrimque fuiſſet. Si mutabilis fuerit Lens, durior, ſolidiorque a compreſſione evadet. Contra relaxatis proceſſibus Ciliaribus, relaxabitur quoque Lens, rarior evadet, ſed ſimul gibboſior, tam ob propriam figuram, quam ob mucum a pro-

ideas habemus, cognitionis noſtræ limites facile prætergreditur; quamobrem ſatius eſt nil prorſus de eo ſentire, quam falſa, & abſurda ſentire.

a proceſſibus redeuntem, quod in viſione uſum ſuum habet (1).

§. 975. Omnis mutatio, quæ in oculo contingit, ſive

(1) Ut clarius intelligantur, quæ ad memoratas §.972, 973, 974 oculi mutationes pertinent, ſuperius relatum de camera obſcura exemplum valde opportunum eſt, in qua ſequentia ſpectanda veniunt. Et imprimis, ut jam ſupra obſervatum eſt, tum demum in illa diſtincte rerum externarum depinguntur imagines, cum tabula eas excipiens præciſe ibi fuerit, ubi lucis radii a ſingulis objecti punctis profecti, & per Lentem refracti, tandem coeunt: ultra citraque hanc diſtantiam confuſa eſt imago. Quin & in hac ipſa diſtantia imaginis extrema minus diſtincte conſpiciuntur, quam ejusdem pars media; quod ſcil. cum non eadem ubique ſit tabulæ a Lente diſtantia, in illius imaginis media tantum parte, non vero extremis præciſe radii uniantur. 2. Si tabula ad Lentem propius admoveatur, manente priori objecti diſtantia, ejus imaginem contrahi ac perturbari obſervabitur; eandemque contra explicari, tum etiam perturbari, cum longius a lente tabula removetur. 3. Si tabula & lente certo intervallo ab invicem remotis, objecti in certa diſtantia poſiti imago diſtincte depingatur, tabulam ad lentem propius admoveri oportet, ut ejuſdem objecti in majori diſtantia poſiti imago quoque diſtincta exprimatur. Tabulam contra a lente removeri oportet, ſi prior objecti diſtantia minor evaſerit, ut diſtincta ejuſdem fiat in tabula imago.

Quemadmodum igitur in ejuſmodi machina naturalis oculi æmula omnium objectorum ad quamcumque diſtantiam poſitorum diſtincta haberi nequit imago, niſi variata diſtantia lentem inter & tabulam; ita in noſtro naturali oculo omnino aliqua fieri debet mutatio, ut plurium objectorum varie ab eo diſtantium clara depingatur in retina imago, ſicque eorundem fiat perceptio. Finge enim immutabilem oculum, ejuſque partes omnes invariabiles, nonnullorum modo objectorum certo intervallo ab oculo diſtantium, depingerentur in retina imagines, eorumquo tantum fieret ſenſus, quod experientiæ refragatur.

In ea vero oculi mutatione, de qua noſter Auctor, a relaxatis ſcil. vel contractis proceſſibus ciliaribus pendente, non modo lens cryſtallina ad retinam vel propius accedit, vel ab ea longius removetur, ut diſtinctæ objecti imagini congruum eſt; ſed cum & integer oculus in eadem mutatione vel planior & brevior fiat, agentibus ſcilicet & contractis quatuor muſculis rectis; vel exporrectior, intumeſcentibus duobus obliquis muſculis; ipſam quoque tunicam corneam vel conplanari & majoris ſphæræ portionem evadere, vel econtrario auctiorem & minoris ſphæræ partem fieri oportet; ipſumque adeo humorem aqueum modo planiorem factum, modo gibboſiorem, radios nunc minus refringere, nunc magis, & ad

ſive in amplificatione aut arctatione pupillæ, ſive in figura lentis, ſive in ejus adductione aut remotione a retina, ſuis limitibus, latioribus vel anguſtio-

ad ſe invicem propiores reddere. Sed & alia hic etiam memoranda eſt oculi mutatio ab uveæ foramine pendens; hæc quippe cum fibris conſtet muſculoſis radiorum inſtar, valdeque mobilis ſit & fluxilis, utpote humori aqueo innatans, pupillæ dilatationi, vel conſtrictioni inducendæ aptiſſima eſt, atque adeo ad ipſam retinam humori cryſtallino propiorem vel remotiorem reddendam etiam valet. Atque his certe oculorum mutationibus, quæ ipſa natura, nobis nec cogitantibus fiunt, id obtinetur ut in diverſis diſtantiis collocata objecta videre poſſimus, idemque illis præſtatur, quod in camera obſcura, vel oculo artificiali tabulamenti modo remotiorem modo propiorem efficiendo.

Verum hæc eorum oculis congruunt, qui iisdem bene valent, reſque omnes cum proximas, tum remotas diſtincte intuentur. At occurrunt plerumque oculorum vitia quædam, quibus quominus quæque objecta diſtincte videri poſſint, Præpeditur. Sunt quippe imprimis, qui res cominus poſitas diſtincte vident, eminus vero confuſe, *Myopes* communiter dicti: ſunt contra, qui eminus diſtincte, cominus vero confuſe intuentur, quos *Presbyopes* vel *Presbytas* vocant. Illis ergo proximorum modo objectorum, ipſis remotorum tantum imagines diſtincte in retina pinguntur. Sed cum ipſa humorum ſubſtantia in utriſque clara, nulloque adfecta vitio reperiatur, utrumque id incommodum ab ipſa humorum figura potiſſimum mutuandum eſt.

Quod ut clarius innoteſcat, obſervandum myopes, ut diſtincte objecta paullulum remota intueantur, propius ea oculis admovere, eaque ratione lucis radios a ſingulis eorum punctis provenientes, magis divarigatos excipere; quod etiam conſequuntur, cum ad remota objecta videnda perſpicillis utuntur concavis, quibus radios divarigandi eſt virtus. Cum ergo nimium divergentes in myopum oculis perveniant radii neceſſe ſit, quo diſtincta & clara illorum ſit viſio, ejuſmodi eſſe debet in illis humorum figura, quæ radios nimis cito colligat, & antequam ad oculi fundum perveniant, ubi præciſe colligi debent. Quamobrem vel humor cryſtallinus, quod præcipuum eſt refractionis inſtrumentum, juſto globoſior denſiorve eſt; vel æquo major humoris vitrei copia, majorque adeo humoris cryſtallini a retina diſtantia; vel demum corneæ nimia convexitas, vel non juſta aquei humoris denſitas: his quippe de cauſis, vel ſingillatim, vel ſimul agentibus, fieri poteſt, ut in ipſo vitreo humore radii colligantur, indeque decuſſati, & ab invicem divergentes retinam feriant.

In Presbytis cum contrarii occurrant effectus, contrariæ eſſe debent cauſæ: neque enim hi oculis admovent objecta, quæ diſtincte videre volunt, ſed con-

ſtioribus in diverſis oculis adſtringitur, qui limites pendent partim ab oculorum fabrica, flexibilitate, annis, partim ab exercitio: idcirco omnes non æque

contra ab oculis removent; tum conſpicillis utuntur convexis, quorum vis eſt radios colligere. Presbytas ergo oportet minus divaricatos excipere radios ad diſtincte videndum; atque adeo eorum oculos ejuſmodi eſſe, qui radios nondum junctos in retina excipiant, jungendos ſi ulterius producerentur. Quamobrem vel eorum humor cryſtallinus non tam gibboſus eſt quam oporteret; vel non juſta humoris vitrei copia, ipſeque humor cryſtallinus nimium retinæ propinquus; vel demum ipſius corneæ exigua eſt convexitas: his quippe de cauſis fit, ut radii per humores refracti non tam ad invicem accedant, quam neceſſe foret, ut præciſe ad retinam jungantur.

Sed & alia occurrere poſſunt in oculorum organis vitia, quæ vel perfectæ viſioni obſunt, vel eam è medio tollunt; eaque hic breviter recenſere haud abs re fuerit. 1. Si pupilla morboſa affectione nimis patens evaſerit, nec fibrarum iridis ope conſtringi valeat, radios interdiu vel in luce vegeta, plures quam oportet, admittit, iiſdemque ad oculi fundum incidentibus, viſionem interturbari neceſſe eſt. Verum adveſperaſcente, quum tot radii dilatatam ſatis pupillam ſubire poſſint, quot ad viſionis opus ſufficiunt, videri tum externa objecta poterunt: hinc qui hoc morbo laborant νυκταλωπαι dicuntur, quod ſcilicet adventante nocte, melius videant, quam plena diei luce. Vice verſa ſi pupilla nimium fuerit anguſta, nec fibrarum iridis medio dilatabilis, contrarius tum orietur viſionis morbus; defectu ſcilicet ſufficientium radiorum, qui ad retinam pertingere deberent, confuſæ minuſque ſenſibiles, præſertim in tenui luce, depingentur imagines, unde confuſa externorum objectorum perceptio ſequitur.

2. Alterum viſionis vitium eſt, ſi ligamenti ciliaris fibræ, minus quam oportet, contrahi vel produci valeant, ſicque ineptæ ſint ad humorem cryſtallinum modo globoſiorem, modo planiorem reddendum; id enim ad claram diſtinctamque cum propinquarum, tum remotarum rerum viſionem neceſſarium omnino eſſe jam vidimus.

3. Membranæ item variis modis viſionem lædere poſſunt. Cornea imprimis nimium complanata radios ab oculi lateribus venientes verſus pupillam non flectit. Choroides ſi nigro colore conſperſa haud fuerit, radios intra oculum ingredientes pluries reflectendo imaginem in oculi fundo expreſſam perturbat. Retina demum ſi extravaſato ſanguine, vel in ejus arteriolis ſtagnante lædatur, perfectæ viſioni minus idonea redditur. Si aliqua filamenta vitiata habeat, illæſis reliquis, adeout haud eadem in iis fiat radiorum impreſſio, res objectas maculis quibuſdam interperſis videbimus. Quod ſi tota

æque diſtincte objecta ſive proxima ſive remotiſſima vident ; imo interdum in eodem homine amborum oculorum mobilitas diverſis limitibus adſtringitur .

§. 976.

tota hæc membrana obdureſcat, atque radiorum impreſſioni recipiendæ , & ad cerebrum uſque tranſmittendæ inepta evadat , utut nulla ſenſibilis in oculo appareat læſio , aut alteratio , omnimoda tum fiet cæcitas, orieturque quod *gutta ſerena*, vel *cataracta nigra* Medicis appellatur.

4. Humorum vitia , utpote qui potiora ſunt viſionis inſtrumenta , viſionem maxime turbant, & præſertim defectus nativæ eorum pelluciditatis , aut eorundem inæqualis textura : ſiquidem ſi colore aliquo tincti ſint, quæ videntur objecta, eodem colore infecta apparebunt : ſi inæquabili , aut diſpari denſitate contexti fuerint , veluti ſi quædam particulæ ipſis interſperſæ ſint , vel nimis opacæ, vel nimis translucidæ , objecta vel plane obſcura , vel maculis aſperſa apparebunt ; partes quippe nimis opacæ radios impediunt , nimium vero tenues ac translucidæ non ad eandem diſtantiam ac reliquæ, radios inflectunt ; proindeque expreſſa in retina imago maculoſa evadit & interrupta.

5. Si cryſtallinus oblique fuerit appenſus , itaut viſionis axis per pupillæ , aquei , ac vitrei humoris centrum ductus , per cryſtallini centrum non tranſeat , viſionem tum maxime perverti ac perturbari neceſſe eſt.

6. Nonnullæ demum concretiones , aut liquationes in humoribus oriri poſſunt , quibus vel omni vel magna ex parte Viſio læditur. In aqueo quidem humore ſuffuſiones concreſcere ſolent , quæ ſi inſtar pelliculæ circa pupillam ſunt , ſive inter cryſtallinum & uveam, ſive inter uveam & corneam , radios impediunt , quominus cryſtallina lente excepti ad retinam uſque deducantur , quod *Cataractam* vel græce ὑπόχυμα veteres dixere . Cryſtallinus nonnunquam ſuam amittit tranſparentiam , ac in opacum corpus evadens tranſmittendis lucis radiis impar redditur ; quod γλαύχωμα dictum eſt , a glauco ſcilicet colore , quo tum infici ſolet cryſtallinus.

Hic tamen animadvertendum eſt Neotericorum plures inter cataractam & γλαύχωμα nullum agnoſcere diſcrimen , tum contendere cataractam haud eſſe pelliculam aliquam cryſtallinum inter & corneam ſubnatam , ſed ipſummet cryſtallinum ex morbo factum opacum, atque adeo chirurgicam operationem , qua cataractæ depreſſio fit ; non in alio conſiſtere, quam in ipſa cryſtallini humoris depreſſione , ejus loco tum ſubeunte vitreo humore. Id inter ceteros potiſſimum propugnant Antonius Maitre-jean *Traitè des Maladies d' oeil* , & Briſſæus *Traitè de la cataracta*, *& du glaucoma* , novis hac de re editis diſſertationibus , curioſiſque inſtitutis experimentis. Veterem nihilominus de cataracta ſententiam inter ceteros ſuſtinere aggreſſi ſunt Dominus

Lit-

§. 976. Objectorum externorum imago ſupra retinam inverſe pingitur, ſuperiora in retinæ partem inferiorem, inferiora in ſuperiorem cadunt, quæ ad dextram

Littrius, & de la-Hire F. cum pluribus argumentis, tum præſertim, quod ſi pro cataracta humor cryſtallinus deprimeretur, nullus læſi oculi futurus eſſet uſus, ejus nempe ſublato organo, quod ad viſionem perficiendam omnino neceſſarium illis habetur; quod tamen experientiæ adverſatur, qua docemur quibus cataracta ſublata eſt, aliquem adhuc remanere oculorum ſenſum. Utriuſque ſententiæ momenta eleganter recenſet, & ad *κρισιν* revocat Cl. Nicolaus Cyrillus in ſuis Ettmulleri Actuariis tom. 2. pag. 1346.; tum de iisdem conſule ſi lubet, Regiæ Scientiarum Academiæ monumenta A. 1705, 1706, 1707, 1708. Sed facile eſt utramque ſententiam ad concordiam revocare, ſi nempe non inficias ibis in cataractæ operatione cryſtallinum plerumque deprimi, non vero pelliculam aqueo humori ingenitam; tum quoque ſtatuas fieri poſſe ut in ſpatio inter cryſtallinum & corneam interpoſito novum corpus opacum producatur, quod lucis radios intercipiens vera ſit veterum cataracta. Et ſane quid obſtat quominus aquei humoris particulæ vel alienarum particularum acceſſu, vel nova acquiſita figura, ſituve, in opacum corpus concreſcant, atque adeo lucis radiis aditum obſtruant? ut enim cryſtallinus humor ex ſimilibus cauſis vel totus, vel ex parte opacus redditur; quid ni etiam & aqueus humor, & vitreus, & quodvis aliud diaphanum corpus ſuam tranſparentiam amittere poſſit?

Id tamen hic obſervandum eſt, falſo a Veteribus, tum Neotericis quibuſdam, reputatum eſſe, cryſtallinum humorem adeo viſioni peragendæ eſſe neceſſarium, ut ſine illo impoſſibilis omnino viſio evadat. Experientia quippe liquidum eſt plures depreſſo cryſtallino oculorum ſenſum non omnino amiſiſſe, quinimmo convexi conſpicilli auxilio ſatis commóde vidiſſe. Quod nec a ratione abhorret: depreſſo ſiquidem, aut e medio ſublato cryſtallino humore, ſuperſtites adhuc ſunt humor aqueus, & vitreus, quibus ſolis, ſi conſpicillum convexum acceſſerit, perfecta fieri poteſt viſio. In ejuſmodi enim oculo venientes ex objecti puncto radii, & corneæ convexa ſuperficie excepti eodem modo a ſubjecto aqueo humore refranguntur, ac in oculo ſano. Quoniam vero poſt hanc primam refractionem non cryſtallinum humorem, ſed vitreum radii offendunt, qui cryſtallini locum & figuram acquiſivit, ejuſdem vitrei convexa ſuperficie iidem radii excepti & ad perpendiculum refracti, magis ad ſe convergant neceſſe eſt. At cum hæc refractio eam æquare nequeat, quæ in cryſtallino humore peragebatur, ob illius majorem denſitatem, & conſiſtentiam; hinc eſt quod ii radii non tam convergent, quam in ſano oculo; adeoque non exacte in fundo oculi uniuntur, ſed in ulteriori puncto.

Quod

dextram oculi ſunt , reſpectu axeos optici in retinæ partem ſiniſtram cadunt, & ſiniſtra incidunt in partem dextram : cur vero animus objecta in ſitu erecto videt? An nervi in retina explicati, in ſuo decurſu per cerebrum invertuntur , ut , qui in oculo inferiorem partem occupant , in Senſorio communi ſuperius terminentur , & ſic de reliquis? An autem ſuperius, & inferius eſſe, eſt mere relativum ad noſtrum corpus , quod dum in ſitu erecto eſſe poſitum dicimus, reliqua objecta , quorum imago ſimiliter in oculo ac ea noſtri corporis depingitur, judicabuntur in ſitu erecto, quomodocunque pingantur (1)?

§. 977.

Quod ſi ergo ante ejuſmodi oculum lens convexa apponatur , ejus ope tam convergere poſſunt radii , ut deinde duabus aliis refractionibus magis convergentes facti , in oculi fundo demum colligantur , ibique perfectam objectæ rei imaginem exprimant . Quin tam vera hæc reputari debent , ut adfirmari etiam libere poſſit ex depreſſione cryſtallini viſum reddi quandoque meliorem : veluti ſi ex nimia corneæ vel cryſtallini convexitate , vel ex excedenti oculi longitudine radiorum unio fiat antequam ad retinam pertingant , tum cryſtallini depreſſio ad perfectionem reddendam viſionem quicquam conferre poteſt ; quatenus ſcilicet imminuta ob cryſtallini defectum radiorum refractione , non tam cito ii coeant , ut ante , ſed in ulteriori tantum loco , ubi ſcilicet ipſa eſt retina , ſicque perfecta fiat viſio.

[1] Idipſum ſequenti exemplo aliis declaratur . Cæcus ſi dextra manu corpus ad ſiniſtram poſitum per bacillum aliquod tangat , non ad dextram , ſed ad ſiniſtram partem , ubi reapſe eſt , id eſſe percipit; non alia quidem de cauſa, quam quod vis illa , quæ hunc animæ ſenſum excitat a ſiniſtro latere proveniat . Simili ratione dextra oculi parte corpus ad lævam poſitum , radiis veluti bacillis tangimus , adeoque ad lævam ipſum locatum eſſe percipimus . At vereor ne hoc exemplum ad rem ſatis eſſe videatur , quod ſcilicet præcognitus aliunde ſit cæco , vel ex ipſa manuum decuſſatione , verus corporis ſitus ; quæ tamen anticipata notio in objectorum viſione non obtinet . Fortaſſe vera hujus rei cauſa ab ea lege dependet , quam inter imaginem in fundo oculi depictam , & illi reſpondentem mentis perceptionem Supremo Artifici ſtatuere placuit . Nil ſane certi cum de hac , tum de aliis pluribus ad viſionem pertinentibus quæſtionibus adfirmari tuto poteſt ; quod ſcilicet etſi præcipuas oculorum partes , pluresque illarum uſus comperta habeamus , haud tamen omnium partium præclarum artificium , ſingulosque , quibus deſtinatæ ſunt , uſus , plene aſſequimur.

§. 977. Sint duorum Oculorum axes Optici ACE, ADG, tranſeuntes per centra Corneæ & Lentis Cryſtallinæ uſque ad Retinam in E & G, fibrillæ nerveæ ita diſpoſitæ obſervantur, ut, ſi imago objecti in utroque oculo L, K, ſupra axeos optici puncta E, G, cadat, animus modo unum videat objectum; veluti etiam fit, ſi imago objecti in oculo L, intra axim CE & naſum I cadat, atque pari intervallo ab axe Optico DG, in eodem plano imago in altero oculo K, inter axim & partem a naſo averſam K cadat. Tab. 5. Fig. 2.

§. 978. Fit hoc quoque, ſi objecti imago in oculo L, inter axim CE & L ejus partem a naſo averſam; atque in altero oculo K, inter axim DG & partem naſo adjacentem ceciderit.

§. 979. Si autem ejuſdem objecti imago in utroque oculo L & K non ſimul ſupra retinæ partes memoratas ceciderit, objectum apparet duplex. Quemadmodum contingit, ſi prius objectum ambobus oculis intueamur; tumque digito alterutrum oculum ſurſum vel deorſum, dextrorſum vel ſiniſtrorſum premamus; illico enim objectum duplex, atque in diverſo loco, pro varia oculi preſſione, apparebit.

§. 980. Idem quoque cognoſcitur, ſi duo objecta A, B, a ſe remota ponantur; ſimulac oculi ambo attendunt ad objectum B, eo dirigendo axes opticos, objectum A duplex apparet, cadentibus nempe hujus imaginibus in utroque oculo ad partem axeos optici externam. Simulac autem axes optici ad objectum A diriguntur, apparet objectum B duplex, ejus ambabus imaginibus ſupra retinam inter axes opticos & naſum cadentibus. Pari modo ſequens phænomenon explicandum eſt: Sint duæ candelæ, C, D, quæ a charta K perforata, tribus pedibus diſtent, ambo oculi ſint in A & B, qui ſimul viſuri candelas, foramen K duplex conſpiciunt. Amplificato foramine K, ambæ candelæ inſtar unius apparebunt. Tab. 5. Fig. 2. Tab. 5. Fig. 7.

§. 981. Quare autem, cum in utroque oculo ejuſ-

dem

dem objecti imago depingitur, mens tamen unam tantum videt? quia multiplici experientia didicimus, invocato tactu, objectum modo eſſe ſimplex: veluti ambabus manibus globum prehendendo, non duplicem eum, ſed ſimplicem eſſe deteximus: ſibi mutuam præſtant organa Viſus & Tactus operam: Tactu autem mentem docente ſimplex eſſe objectum, cujus duplex imago in oculis pingitur, mens pari modo in aliis occaſionibus ab oculis ambobus affecta, ſimplex eſſe judicat objectum.

Tab. 5. Fig. 2. Alii opinati fuerunt nervi fibrillas OQT, PRT, coire in T in unam, quæ uſque ad Senſorium commune exporrigitur; adeo ut affectis ambobus Nervis in O & P, vel in O tantum, eadem perceptio oriatur. Cadit autem hæc opinio ex obſervatione Du Fayi (*a*). Si enim alter oculus fuerit clauſus, alter apertus, & locum tenebricoſum ingrediamur, apertis ambobus ſimul oculis, illo, qui clauſus fuit, debilem adamantis lucem, percipiemus, quæ oculo altero non videtur (1).

(*a*) L'Hiſtor. de l' Acad. Roy. An. 1735.

§. 982. Superficiei planæ, nigræ, circulus parvus, albus A, ad eandem cum dextro oculo altitudinem affigatur, dextrorſum ab A, intervallo duorum pedum,

(1) Gaſſendus & Tacquet alterutro tantum oculo nos objecta intueri ſuſpicantur, altero tum nil agente, ac veluti in quiete poſito; hinc ſimplicis non geminati objecti perceptionem deducunt. Verum cum eodem modo in utriuſque oculi fundo externorum objectorum imagines depingantur, æqualiterque utriuſque retina radiorum impulſu afficiatur, intelligi nullo modo poteſt, cur oculorum alter in objecti perceptione agat, excitatumque motum ad commune ſenſorium referat, altero tum quieſcente.

Ejuſdem phænomeni cauſa ex eo quibuſdam deducitur, quod cum objectum aliquod ſpectamus, ita verſus illud oculos dirigimus, ut coni radiorum ex quovis objecti puncto ad unum oculum venientes, apices habeant congruentes apicibus aliorum conorum, qui ex iiſdem objecti punctis ad alterum oculum appellunt: hinc enim fit, ut anima, quæ ibi refert objectum, ubi ejuſmodi coni ſuam habent originem, ſimplex non geminatum objectum percipiat. Cui explicationi vel ex eo pondus accedit, quod ſi alteruter oculorum leviter digito comprimatur, ſublato tum eorum verticum concurſu in eodem objecti puncto, objectum ipſum duplicatum nobis ſe oſtendat.

dum, ſed paulum inferius, ſuperficiei eidem alter circulus albus B affigatur; ſpectator prope ſtans inſpiciat tantum oculo dextro objectum A, obſcure præterea videbit B; recedat tum ab A in perpendiculari ad ſuperficiem, ad diſtantiam 6, 7, 8, pluriumve ab ea pedum, non amplius objectum B apparebit. Tum vero objecti B imago in Nervum opticum incidit, ubi oculum ingreditur; quare igitur tum non videtur objectum, ſi nervus hic ſit inſtrumentum viſus? an non, quia tum imago in medium nervi, qui cavus hic eſt, incidit, unde nequaquam fibrillarum extremitates efficiuntur?

2°. Et cum vaſa ſanguinea per medium nervi decurrentia hic bulbum ingrediuntur, an imago objecti B, delapſa ſupra ejuſmodi vas ſanguineum, percipi a mente non quidem poterit, cum non arteria, ſed nervus, ſit Inſtrumentum, quod motum ad Senſorium commune defert? De hiſce Mariottus, Perraltus, Pecquetus, prolixe diſputarunt, quibus ſubtiliora addidit Bernovillius (*a*).

§. 983. Ex iis, quæ huc uſque explicuimus, manifeſto ſequitur, radios lucis non ex oculis in objecta emanare, atque reflexos ab iis ad oculos redire, veluti affirmarunt Stoici; nam in loco penitus obſcuro nihil videmus, in quibus tamen, ſi ex oculis lux emanaret, pari modo objecta viderentur. Id quidem de Tiberio memorat Plinius (*b*), de Mario Plutarchus, & de calidæ indolis Britanno Briggius (*c*), ac poſt vini generoſi potum Williſius; in quadam Comite Schenckius (*d*): adſeritur etiam de Sabellico, Hiſtoriographo; ſed dubitamus, utrum obſervationes rite captæ fuerint; præterquam quod tradantur eſſe caſus oppido rari, nequaquam naturales, ex quibus nihil concludere licet. Veroſimilius eſt, tenerrimam horum hominum retinam ab exiguo lumine affici potuiſſe; atque eos in ſubtenebroſis locis vidiſſe.

§. 984. Nec ſecundum Pythagoricos & Epicureos (*e*) ex objectis Species viſibiles exeunt, quæ, modo ex iis emiſſæ, maximæ, decreſcunt quo ulte-

(*a*) Com. Acad. Petropol. vol. 1. p. 314.

(*b*) Hiſtor. Nat. Lib. 11. cap. 37.

(*c*) Ophthalmogr. cap. 5. §. 12.

(*d*) Lib. 1. Obſ. de Morb. Oculor.

(*e*) Lucret. lib. IV. V. 46.

terius receſſerint, donec eam parvitatem nactæ ſunt, ut in oculos ingredi poſſint, quas mens perciperet. Si hoc verum foret, æque in tenebris objecta, ac in aperta luce videremus. Quæ difficultas quoque eſt in ſententia Platonicorum, opinantium, & objecta & oculum emittere effluvia, quæ medio itinere ſibi obviam irent, ſe amplecterentur, inde redeuntia oculum increderentur, eumque afficerent.

§. 985. Claritas, quacum videntur objecta, major minorve eſt; pendet autem a plurimis cauſis, quæ vel ſingulæ ſeorſum dantur, vel plures ſimul concurrunt. Major claritas pendet, 1°. a lucis copia majori, ab objecto reflexa: quod fit 1. Si objectum fuerit propinquum, nec ab Aere lux intercipiatur; in vacuo enim remota & propinqua æque clara cernerentur (1). 2. Vel ſi albeicat, aut colore aliquo vivaciori pictum fuerit. 3. Vel ſi ita objecti figura ſit, ut plurimos ad oculum repercutiat radios.

2°. Ab amplitudine pupillæ, & mobilitate Iridis pendet claritas; quo enim amplior pupilla, eo plures radios lucis tranſmittet.

3°. Pendet a pelluciditate trium humorum oculi, omnem fere lucem in Corneam allapſam tranſmittentium.

4°. Huc tenera & ſana Retinæ, & totius Nervi optici conditio ab uno ſui extremo ad alterum concurrit.

§. 986. Hinc patet, quare Myopes objecta clariora, quam oculi ſeniles videant, quia ea poſtulant propiora. An non idem objectum aliquandiu intuendo, id clarius videmus, quam in initio, quonian pupillam ſenſim magis dilatamus?

§. 987. Si quatuor conditiones §. 985. ſimul concur-

(1) Haud quidem; non enim in vacuo radii ab objectis reflexi parallelo ad invicem ſitu, ſed ab invicem divergentes oculum ſubirent, atque adeo in minori diſtantia frequentiores confertioreſque, quam in majori; in majori vero lucis copia, major eſt objecti claritas.

currant, objecta clariſſime conſpicientur. Si una vel altera cauſa ex his quatuor fuerit minus perfecta, objecta non tam clara apparebunt. Et prout quatuor conditiones plus a ſua perfectione receſſerint, eo objecta videbuntur obſcuriora.

§. 988. Objecta diſtincte conſpiciuntur, 1o. cum radii ab iis emiſſi, poſtquam per tres oculi humores tranſiverunt, ſupra Retinam in uno puncto coeunt, qui ab uno puncto objecti reflexi fuerunt.

2o. Præcipue diſtincta eſt viſio, cum imago ſupra Retinam picta, reſpectu objecti, eſt magna, ita ut fere omnes radii tot diverſa puncta imaginis ſupra retinam forment, ac ſunt objecti puncta, a quibus emittebantur: ideo Myopes diſtinctius vident, quæ vident, quam Presbyopes; tum objecta propinqua ſemper diſtinctius videmus, quam remotiſſima.

3o. Cum objecta nec nimis, nec parcius illuminata ſunt.

4o. Quando cum attentione & diu idem objectum adſpicimus, viſus acie id ab omni parte percurrendo, & interim accomodando, tum amplitudinem pupillæ, tum humores oculi, ud radios lucis pro diſtincta imagine accurate refringendos.

§. 989. Radii lucis CA, B A ab extremis objecti punctis ad oculum A delati, angulum formant BAC, qu. *Opticus*, vel *Viſorius* appellatur. Tab. 5. Fig. 3.

§. 990. Hoc angulo apparentem objectorum magnitudinem metimur; idcirco, quæ ſub æquali angulo optico conſpiciuntur, æqualia apparent, & æquales imagines ſupra Retinam pingunt. Quæ ſub minori angulo, minora apparent, & minores pingunt imagines. Contra, quæ ſub majori angulo apparent, majores imagines pingunt ſupra retinam, & majora conſpiciuntur (1).

(1) Ex hac propoſitione, quæ axiomatis inſtar ab Opticis aſſumitur, ſequentia facile derivantur. 1. Si plures magnitudines reapſe æquales, ſimiliterque oculo obverſæ, inæqualiter ab illo abſint, inequalis magnitudinis videbuntur, ea ſcil. major altera videbitur, quæ minus ab oculo diſtat; uti Au-

§. 991. Quæcunque uno obtutu videntur, intra angulum opticum rectum plerumque continentur. Radii enim XB, ZB angulum rectum forment, hi

Tab. 5. Fig. 4.

pro-

ctori obſervatum eſt §. 993. Hinc patet cur ſpatia parallela coarctari videantur, arbores in ambulacris, columnæ in porticis ad ſe mutuo accedere, ac tandem conjungi appareant, etſi reipſa ubique æqualiter diſtent.

2. Si angulus opticus infinite parvus evadat, nulla tum erit ejus objecti ſenſibilis magnitudo: quamobrem fit, ut objecta valde a nobis remota videri amplius nequeant; & multilateræ figuræ e longinquo ſpectatæ appareant rotundæ, quod nempe eorum latera & anguli in tanta diſtantia ſub ſenſibili angulo optico non videantur.

3. Subtenſa AB (*Vid. fig. 7. Tab. Addit.* in omnibus punctis, D, C, E &c. arcus ſegmenti ACB æqualis apparet, diameter vero GD ejuſdem ſemper magnitudinis conſpicietur ex quovis peripheriæ puncto. Omnes enim anguli ADB, ACB, AEB &c. ſub quibus ſubtenſa AB conſpicitur ex punctis D, C, E, *per* 21. *l.* 3. *Elem.* æquales ſunt. Angulus item ſub quo diameter DG ex quovis circumferentiæ puncto apparet, rectus ſemper eſt *per* 31. *lib.* 3. *Elem.* Optima igitur Theatrorum figura eſt ſegmentum circuli, in quo ſubtenſa Actoribus, arcus ſpectatoribus conceditur.

4. Ejuſdem magnitudinis æquales partes (*Vide fig. 8. Tab. Addit.*) AB, BC, CD inæquales oculo in O apparent. Ducatur enim radio OB arcus EF, ſitque OA ad AD perpendicularis, adeoque triangulorum AOB, BOC, COD communis altitudo. Sector EOB eſt triangulo AOB major, ſeu major triangulo BOC, atque adeo ipſo ſectore OBF multo major. Jam vero *per* 33. *l.* 6. ſector OEB eſt ad ſectorem OBF, ut arcus EB ad arcum BF; ergo & arcus EB arcu BF major erit; adeoque & angulus EOB major angulo BOF; proindeque magnitudo AB magnitudine BC major apparebit, & hac major altera CD.

5. Si oculus infra magnitudinis FE (*Vid. fig. 9. Tab. Addit.*) verticem E fuerit collocatus, & per eum altiorem magnitudinem AC ſpectet, majorem hujus partem videbit in diſtantia remotiori FH, quam in viciniori FG, vel FI. Conſtituto enim oculo in H, recta ex H per verticem E ducta uſque ad B, partem BC abſcindit oculo in H ſpectabilem. At in G poſito oculo recta ex G per E ducta cum altiori puncto ipſius CA occurrat, ſcil. in D, illius minorem partem DC oculo exhibet. Conſtituto demum oculo in I, cum recta ex I per E ducta ipſi AC in C occurrat, tota hæc viſui ſubripitur. Ubi vero reperiatur ejuſmodi punctum I, Geometris determinandum relinquimus.

6. Æqualia objecta (*Vid. fig. 10. Tab. Addit.*) AB, AC, quorum alterum AB oculo D directe, alterum vero AC ei-

dem

producti per Pupillam D E tranſire non poſſunt, quamvis refractione minus divergant in humore Aqueo, ſed incidunt in Iridem: adeoque, qui per pupillam tranſibunt radii, angulum opticum minorem recto comprehendant oportet (1).

§. 992. Quo igitur pupilla amplior eſt, eo angulus opticus poteſt eſſe major, & contra: Inde intelligitur, quare objectum magnum & propinquum uno obtutu conſpici nequeat? Cur tamen in, e loncinquo conſpectum? totum videatur?

§. 993. Si idem objectum B C ad varias ab oculo O diſtantias ponatur, ſemper eo minus apparebit, quo ab oculo fuerit remotius: eſt enim angulus opticus BOC, minor angulo *bOc*. Tab. 5. Fig. 5.

§. 994. Apparens objectorum magnitudo eſt in ratione diſtantiæ reciproca ab oculo: pendet enim ap-

F 3 parens

dem oblique objiciatur, in eadem diſtantia inæqualia apparent; idque majus videbitur, quod directe oculo opponitur. Videtur enim magnitudo A G æqualis A C, cum utriſque idem ſit angulus Opticus CDA. vel A G D; adeoque videtur A C parti ipſius A B æqualis, conſequenter minor quam AB.

Circa apparentem demum objectorum magnitudinem obſervandum, quod etſi ab imagine in retina depicta plurimum illa dependeat, quandoque tamen non ejus magnitudinis videri objectum, quam pro magnitudine imaginis in retina depictæ referre deberet; quod præſertim accidit cum de objecti diſtantia conſiderat & judicat animus; tum enim mentis judicium in cauſa eſſe poteſt, ut objecti magnitudo major percipiatur, quam pro ratione depictæ imaginis. Unicuique e. g. notum eſt objectum eo minus apparere, quo magis diſtat; ſi ergo præcognita jam fuerit hæc major objecti diſtantia, apparens ejuſdem magnitudo augebitur in judicio a mente lato.

(1) Hinc ſequitur quod ſi objecti D F (*Vid. fig.* 11. *Tab. Addit.*) oculo A directe oppoſiti magnitudo dimidia D E fuerit diſtantiæ A E æqualis, totum objectum viſu comprehendatur, nec quicquam aliud ultra ejus limites conſpici poſſit. Cum enim A E diſtantiam referat objecti ab oculo, erit ea ad D F perpendicularis, adeoque angulus E rectus: ergo cum rectæ D E, E D ſint ex hypotheſi æquales, erit angulus D A E ſemirectus; & ob eandem rationem erit etiam ſemirectus angulus E A F; atque adeo D A F rectus. Objectum ergo unico obtutu totum comprehenditur, nec quicquam extra ejus limites videri poteſt. Quod ſi diſtantia A E fuerit minor dimidia magnitudine objecti D E, objectum integrum unico obtutu comprehendi haud poteſt; tum enim prodit angulus D A F recto major.

Tab. 5. Fig. 5. parens magnitudo ab angulo optico, qui, increſcente diſtantia, decreſcit. Objectum B A C conſpicitur ſub angulo B O C, qui ſi ſit parvus, recta C A B non differet ab arcu C A B: hic diviſus biſariam in A, efficit, ut angulus A O C ſit ſemiſſis B O C; ponatur jam objectum A C in *c*, dimidia diſtantia O C, atque apparebit E *c*, ſub angulo E O *c* = B O C, ſive duplo majus quam in A C.

§. 995. Sit oculus O K F ſupra cujus retinam imago K F objecti B C pingitur, quamobrem erit magnitudo objecti B C ad magnitudinem imaginis F K ſupra retinam, uti C O ad O F. Idcirco, ſi B C fuerit turris, 4000. alta pollicibus, quæ ad diſtantiam milliaris Holl: 120000 pollicum conſpicitur, erit imago K F minor $\frac{1}{30}$ pollicis parte.

Tab. 5. Fig. 5.

§. 996. Cum objecti magni imago admodum exigua eſt ſupra retinam, plura objecti puncta radios emittunt, qui ſupra eandem retinæ nerveam fibrillam cadunt, quæ proin diverſis concuſſionibus ſimul & eodem tempore agitatur, ac menti nihil diſtincte repræſentare poteſt; quamobrem objecti valde remoti partes nunquam diſtincte conſpici poſſunt. Qui acerrima viſus acie pollet, in cœlo ſtellas, angulum 30 ſecundis minorem ſubtendentes, diſtinguere nequit: maxima hominum pars vix objecta, angulum unius minuti ſubtendentia, diſtinguit. Si albus nigro parieti affigatur circulus, qui lumine diurno illuſtretur, vix ab acutiſſimo videri poteſt, cum angulum 40″ ſubtendit, ſive cum intervallum ab oculo circuli diametrum 5156 vicibus ſuperat; tumque circuli imago in oculo eſt tantum $\frac{1}{8000}$ pollicis portio.

§. 997. Ope viſus etiam Mens de diſtantiis objectorum judicat, & quidem variis modis.

Tab. 5. Fig. 2. 1. Ex angulo, quem ambo axes optici C A, D A concurrentes in A, formant: fit vero hic concurſus a motu oculi, nobis in exiguis diſtantiis ſenſibili; quamobrem ex magnitudine anguli C A D, de di-

ſtantiis

ſtantiis objectorum propinquorum aſſueſcimus judicare.

Hinc, ſi ope oculorum amborum judicare de diſtantiis aſſueti ſimus, uno oculo eas non dignoſcemus; quippe tum angulus C A D non formatur: id, patet, ſi tranſverſum bacillum alteri alligaverimus, atque in eadem cum oculo altitudine, ſed ad diſtantiam duorum vel trium pedum ab eo annulus ſit ſuſpenſus, ne quidem poſt ſexcenta pericula bacillum, clauſo alterutro oculo, per annulum trajciemus, quod ambobus apertis oculis abſque labore facimus. Longo tamen uſu monoculi diſtantias cognoſcere diſcunt. Quoniam vero in majoribus diſtantiis vix diſcrimen, ſaltem non obſervabile ab oculo, inter angulos C A D datur, de majoribus diſtantiis nequaquam certum formatur judicium.

2°. Ex magnitudine apparente rerum cognitarum, comparata cum vera magnitudine, de diſtantiis judicamus.

3°. Tum ex diſtincta vel confuſa apparente objectorum imagine: quo enim diſtinctior imago, eo objectum propius eſſe ſolet.

4°. Tum ex vivacitate lucis ab objectis reflexæ, quæ minor a remotioribus, & contra. Quamvis hos quatuor modos ſimul in uſum vocemus, nunquam accurate veram objectorum diſtantiam viſu ſolo cognoſcimus: diuturna tamen exercitatio, ad melius de minoribus diſtantiis judicandum, aliquid contribuit (1).

(1) Corporum diſtantias ex aſſorum, quæ viſu percurruntur, interjectu nobis innoteſcere nonnulli ſtatuunt: contendunt ſcilicet, quod objectum eo magis a nobis diſtare percipiamus, quo id inter, & oculum noſtrum plurium corporum ſibi ſuccedentium ſeriem interpoſitam videmus, tum vero objectum proximum ſentiamus, cum illud inter & oculum nullum viſibile corpus interjacet: hinc fieri ajunt quod Sol oriens horizonti contiguus nobis videatur, & nubes in eadem cum ſtellis ſuperficie. Verum qui ita diſtantiæ perceptionem exponi poſſe putant, quæſtionem ipſam ſupponere videntur; ſupponunt ſiquidem interjectorum corporum ſibi ſucceden-

§. 998. Verum innumera circa viſionem reſtant, quæ attingere in his Elementis non licet: jucundiora quædam ſub Problematum forma proponam.

1°. Cur, ſi aliquamdiu in loco valde illuminato fuimus, dein multo minus lucidum ingrediamur, omnia

dentium ſeriem nos percipere, itaut alia ex ipſis viciniorem, alia medium, alia remotiſſimum tenere locum cognoſcamus; quod ipſiſſimum eſt, quod quæritur. Si præterea quo plura interjacent viſibilia corpora oculum inter & rem viſam, eo remotior iſta videretur, Sol in horizonte exiſtens remotiſſimus, in meridiano vero poſitus viciniſſimus, ac prope oculum ipſum apparere deberet; inter Solem enim in horizonte poſitum & oculum plura corpora viſibilia interjecta ſunt; inter illum vero in meridiano conſtitutum, & eundem oculum, nullum viſibile corpus eſt intermedium. At id omnino deſtruit, quod antea ponebatur, exorientem ſcilicet Solem horizonti contiguum videri, interjectiſque corporibus finitimum; diſtantia enim in qua iſta corpora interjacent exigua nobis videtur præ illa, qua a nobis cœli medium disjunctum eſſe cernimus.

Motus corporum perceptionem intactam hic præterit noſter Auctor: de ea igitur breviter ediſſeram. Corporum motus tum percipi putandum eſt, cum eorum imago in retina depicta firma haud manens, ſuum in illa ſitum mutat. Hinc facile liquet duplici ratione nos corporum motus percipere poſſe, 1. cum quieſcente oculo, corpora varie moventur, mutantque inter ſe ſitum, tum ſiquidem corundem imago, quæ in retina depingitur, in eadem ſitum mutat. Quod ſi ſpatium a corpore moto in dato tempore deſcriptum, ob ingentem ejuſdem corporis diſtantiam, ſub ſenſibili angulo non appareat, nec corporis motus tum percipietur, quod ſenſibiliter imaginis in retina depictæ ſitus non mutetur. Hinc intelligimus cur Lunæ Soliſque motus non percipiamus, quamvis poſt aliquod temporis intervallum ea reapſe mota videamus. 2. Corporum motus percipere etiam poſſumus, cum iis quieſcentibus, oculus revera movetur, corporumque ſitus oculi reſpectu mutatur; hac enim ratione objecti imago in retina depicta ob ipſius oculi motum, ſitum reapſe mutat. Hinc intelligimus, cur qui navi vehuntur tranquillo mari, littora, urbes, ac turres, ad ſe accedere, vel a ſe recedere videant, quemadmodum cecinit Virgilius,

Provehimur portu, terræque,
urbeſque recedunt.

Quod ſi corpora moveantur, eademque velocitate, ac directione feratur etiam oculus, corporum motus haud tum percipietur; quod vid. ob ſimilem oculi motum, ſitus corporum illius reſpectu invariatus maneat. Hinc intelligimus, cur qui in navi vehuntur ejuſdem motum non percipiant; nec in ſyſtemate Terræ motæ, illius motus a terricolis percipiatur.

omnia objecta in principio apparent obſcura? imo aliquantum quaſi cæcutimus? Quia in loco illuminato pupilla, ne retina a pluribus radiis lædatur, contrahitur, nihilominus vehementer afficitur. 2°. Mens ad hos majores motus attendere aſſueſcit, nec minores percipit. In hac conditione quis ſuboſcurum ingrediatur locum, jam pauciſſima lux per anguſtam pupillam tranſit, & cum vix retina ab iis concutiatur, Mens aſſueta majoribus motibus, nihil fere percipit: hinc aliqua cæcitatis ſqecies, & omnia obſcura, donec pedetentim amplificata pupilla plus lucis tranſeat, & mens mollioribus affectionibus aſſueſcat.

2°. An non, qui in tenebris conſtitutus facile videt eos, qui in aprico verſantur, cum vice verſa ab his non videtur? quia lucem copioſiſſimam ab iis reflexam recipit: pauciſſima vero lux, ab eo ad alios replicata multo minus retinam movet, quam alia objecta in aprico valde lucido poſita, idcirco Mens ad exiguas concocuſſiones non attendit.

3°. Unde radii laterales, qui oculo conniventi, aut lacrymanti, flammæ extremis adhærere videntur? Hoc egregie explicuit de la Hirius (*a*), oſtenſo ſimul Rohaulti errare. Sit B candela, H & I palpebræ, quæ in connivendo oculi humorem abſtergent, hic collectus, adhærens oculo & palpebræ, ſpeciem Trigoni format: dum lux candelæ in hoc, & quidem in ſupremum, incidit, refringitur, & inter D & L explicatur ſupra retinam, veluti a priſmate radii refracti oblongam imaginem formant: quare imagini candelæ ſupra retinam virga DL adhærebit, quæ ex parte inferiori candelæ, & quidem ex BM judicabitur provenire: ita quoque ab humore ad I, radii explicantur inter X & K, qui ex BN videbuntur provenire: ideo interpoſito obſtaculo P, intercipiente radios candelæ ſuperiores, virga DL evaneſcit, ſive pereunt radii BM. Eſt autem copioſior humor ad H & I palpebra in oculo lacrymante, unde tum phænomenon ſenſibilius eſt.

(*a*) Memoires Mathematiq. pag. 177. Tab. 6. Fig. 1.

4°. Cur fricanti aut prementi oculum in tenebris apparent exire ſcintillæ? An non, quia lux fibras nerveas retinæ, cum videmus, concutere aut premere ſolet, cumque ab humore vitreo pari modo, quamvis ab altera cauſa, nervi premuntur, Mens idem judicium formabit? ſi igitur fibrillæ nunc premuntur, veluti antea a nonnullis coloratis radiis, Mens eoſdem colores videbit: id fit, cum in tenebris oculi angulum comprimimus, ut hic a digito recedat, quippe tum cum iis coloribus, qui ſunt in cauda pavonis, circulum videmus: quieſcente digito & oculo, intra minutum ſecundum evaneſcunt colores, qui preſſione digiti mutata redeunt.

5°. Cur fune tormentario incenſo, & in orbem velociter acto, circulus mere igneus conſpicitur? Quia nervorum extremitates, villi inſtar, prominent, quæ concuſſæ, aliquamdiu oſcillationibus agitatæ contremiſcunt, his perdurantibus Mens videt objectum. Veroſimile eſt, eas ſpatio minuti ſecundi durare, prout ex obſervatione de coloribus, a preſſione digiti in tenebris ortis, colligere licet. Si igitur funis adeo rapide circumagatur, ut intra minutum ſecundum abſolvat gyrum, lux emiſſa ex eo in quodam circuli puncto, & nervum in oculo concitans in tremores, iterum ex eodem circuli puncto egreditur, afficietque eundem nervum, antequam prior ejus tremor penitus ceſſaverit: pari igitur modo nervus tremiſcere pergit, ac ſi lucidum corpus in eodem puncto manſiſſet: cumque idem in omni puncto viæ a fune percurſæ, contingit, circulus mere ignitus apparebit. Propter eandem rationem chorda tenſa & celeriter vibrata, non modo geminata, ſed ejus craſſitiei & figuræ apparet, ac eſt via, quam eundo & redeundo deſcribit.

6°. Cur in piſcium oculis humor aqueus deficit, & Lens cryſtallina eſt globoſa? Quia humor aqueus animalibus in Aqua natantibus foret inutilis; radii enim ex Aqua in humorem Aqueum allapſi non

re-

refringerentur. Ut igitur Viſio, quæ triplici in nobis refractione, a duplici in piſcibus abſolveretur, lens multo magis refringens, quam in oculis humanis deſiderabatur, idcirco globoſa eſt, quo fit, ut etiam plura ſimul conſpiciantur. Hinc Urinatores ſub Aqua omnia vident confuſa, niſi amplificantibus perſpicillis utantur.

7°. An non idem objectum C oculo dextro B intuentes, referimus ad locum D, & oculo ſiniſtro A contemplantes, ad locum E referimus, & ambobus oculis ſimul intuiti, ad locum F intermedium inter D & E referimus, quia judicamus objecta in ea recta a nobis poſita, in qua ad oculos radii ab iis emiſſi allabuntur? & tacite Mens corrigit loca viſi objecti D, E capiendo F intermedium? Tab. 6. Fig. 2.

8°. Quare infantes recens nati primi quatuor vel quinque ſeptimanis nulla objecta diſtinguere, vel videre poſſunt? quod etiam in multis animalibus contingit. Quia cornea in infantibus his eſt multo craſſior, quam in adultis; præterea planior, aliquantum rugoſa, & minus ſplendens: ſed imprimis, quia ex eorum oculis humor Aqueus abeſt, vel in nimis parca datur copia, quamobrem requiſita lucis refractio in horum oculis, ad diſtincte videndum, fieri non poteſt; tempus proinde effluat oportet, donec humor Aqueus cameras ambas impleverit, corneam extrorſum pepulerit, eam condenſaverit, rugaſque explicuerit (1).

CAP.

(1) Aliæ innumeræ ejuſdem argumenti quæſtiones proponi hic poſſent, ſed quæ ex dictis de viſus ratione nullo negotio explicantur, de quibus vide ſis Rohaulti *Phyſ. par.* 1. *cap.* 35., ibique adjectas a Clarkio adnotationes. Alteram tamen hic adnectere placet quæſtionem, quæ cum jucunditate, tum argumenti nobilitate ſuperioribus nihil cedit. Quæritur ſcilicet, cur Aſtra, veluti Sol, Luna, prope horizontem longe majoris magnitudinis conſpiciantur, quam in medio Cœli puncto, iiſdem verticaliter imminentibus. Plurium ſane Philoſophorum ingenia id torſit phænomenon: eorum plerique, ne vel noſtro Auctore excepto (*Eſſay de Phyſique chap.* 33. §.1209.) illius explicationem inde mutuantur, quod prope horizontem conſtituta ſydera, ob plurium, quæ ibi eſt, aſpectabilium

CAP. XXXIV.

Dioptrica.

§. 999. A Quocunque puncto objecti emittuntur radii, qui a ſe divergunt, hi ad oculum perveniunt, Mens eos in linea recta adveniſſe, in qua

lium rerum interpoſitionem, paulo majori ſpatio a nobis abeſſe videantur, atque adeo paulo majora apparere debeant, cum ab infantia & adhuc omnibus momentis idem diſtantiæ cum magnitudinis incremento adjungere aſſueverimus. At quam lubricum id ſit de diſtantiæ perceptione fundamentum paulo ante explicitum; nec proinde plurimum hæc fieri debet explicatio.

Alia ejuſdem phænomeni ratio a noſtro Auctore mox laudato loco, refertur, quæ priore longe probabilior, nec a vero abnormis eſſe videtur. Uveæ ſcilicet foramen, ſeu oculi pupillam dilatari, reſtringique poſſe receptum jam communiter eſt: reſtringitur nempe cum nimis vegeta luce donata corpora ſpectantur, ne ingens lucis copia delicatulam retinæ membranam lædat; dilatatur vero cum nimis fulgida, & clara objecta oculis objiciuntur. Præterea ſyderum lux quin vegetior, potentiorque ſit, iiſdem ſupra horizontem elevatis, & præſertim ad verticem imminentibus, quam cum prope horizontem verſantur nulli dubium eſt: Solis ſane prope horizontem degentis aſpectum ſuſtinere oculus poteſt; eundem vero in vertice poſitum ſine gravi moleſtia intueri haud poſſumus; quod argumento eſt exiguam admodum eſſe, Sole in horizonte poſito, lucis quantitatem, præ illa, qua idem Sydus in meridiano fulget. Neceſſe eſt ergo ampliorem fieri oculi pupillam, cum ſydera prope horizontem poſita ſpectantur, anguſtiorem vero in eorundem verticem occupantium intuitu. Sed major pupillæ amplitudo majoris apparentis ſyderum magnitudinis cauſſa eſſe poteſt: eſto enim objectum A B, (*Vid. fig.* 12. *Tab. Addit.*) pupillæ amplitudo *a b*, eritque imaginis objecti in retina depictæ magnitudo H F; quod ſi pupillæ major fiat capacitas, veluti *d c*, erit tum imaginis magnitudo major, nempe K G.

Sed aliam hic referre placet ejuſdem phænomeni cauſam, quæ cum ſola majorem ſyderum prope horizontem aſpectum cauſari poſſit, multo magis id poterit, ſi priori jungatur. Ad ejus vero clarum intellectum ſequentia ſunt prænotanda. Primum eſt, quod ſi objectum aliquod convexa lente oculis admota inſpiciatur, auctum illud videatur; remota vero paululum ab oculis lente, cum magis auctum, tum oculo propius id appareat; eoque ſemper majus, proximiuſque, quo major porro ſit lentis ab

qua in oculum incidunt, judicat; adeoque quodlibet objecti punctum in eo loco videt, in quo hi radii retroducti ab oculo ad objectum concurrunt.

§. 1000. Si igitur radii refracti fuerint a Medio, per quod tranſiverunt, atque ad oculum allabuntur, Mens judicabit eos provenire a puncto objecti poſiti in loco, in quo nunc ab oculo retroducti radii concurrunt.

§. 1001. Si vas C B C B fuerit impletum Aqua, ejus fundus Spectatori M R, deorſum vas intuenti, elevatus apparebit. Concipiatur enim fundi punctum A, (idem in toto fundo obtinet) idque illuminetur a luce *b e* A; ab eo radii A *g*, A *z*, divergentes abeunt, qui ex Aqua in Aërem delati, refractique recedendo a perpendiculo *b f*, feruntur ad *g* M, *z* R; oculus in M R poſitus hos recipit, ac ſi ex puncto propiori *a*, veniſſent; quare punctum A videbitur in *a*, ſive fundus videbitur elevatus (1). Verus lo- Tab. 6. Fig. 3.

oculo diſtantia. 2. Telluri circumfuſum aerem permixtis vaporibus exhalationibuſque denſum, ad ſphæræ formam telluri concentricam configuratum ſupponimus, eumque adeo radios ex tenuiori æthere in ſuam ſuperficiem incidentes verſus terræ centrum inflectere. 3. Spectatoris in terræ ſuperficie conſtitui oculum a variis aereæ ſuperficiei partibus varie diſtare clarum eſt; minima ejus diſtantia eſt verticalis linea a Spectatoris oculo ad ejuſdem Zenith, ſeu verticem ducta; ceterarum vero ea major, quæ ab hac verticali magis diſtans ad horizontem inclinatur; horizontalis demum diſtantia aliarum omnium eſt maxima. Quid vero ex his conſequatur haud difficile eſt prænoſcere; Solem ſcil. in medio Cœli conſtitutum conſpici per radios refractos in ea ſphæricæ aereæ ſuperficiei parte, quæ viciniſſima oculo eſt; eundem vero in horizonte poſitum videri per radios refractos in ejuſdem aereæ ſphæricæ ſuperficiei parte, quæ longiſſime a nobis remota eſt: quamobrem exorientem, vel occiduum Solem veluti per lentem nos videre longiſſime ab oculo diſtantem; eundem vero Solem medium Cœli tenentem, per eandem lentem intueri oculis noſtris maxime propinquam, Quid ergo mirum ſi major nobis Sol & Luna in horizonte appareant, quam medium Cœli cardinem tenentes?

(1) Objecta, quæ intra aquam poſita ex aere conſpiciuntur, non elevatiora modo, ſed & majora, quam reapſe ſunt, conſpici debent. Sit enim A B (*Vid. fig. 13. Tab. Addit.*) objectum intra aquam, cujus extima ſuperficies P L, ſitque O ocu-

locus puncti *a* cognoſcetur, ſi ducta perpendiculari A *a* S in C C aquæ ſuperficiem, capiatur A S ad *a* S, uti 4 ad 3. (1)

Idem

oculus in aere poſitus. Lucis radius A P ex extremo objecti puncto A reflexus, & in ſuperficiem P L perpendiculariter incidens irrefractus tranſibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B venit radius B L, cum oblique in eandem ſuperficiem incidat, a perpendiculo refrangetur in L, ſemitaque L O ad oculum tandem appellit. Producto itaque radio refracto O L uſque ad D, videbitur objectum A B ſub angulo A O D, qui major eſt angulo A O B, ſub quo idem conſpiciebatur objectum, ſi in libero aere poſitum eſſet: id ergo majoris magnitudinis ſub aqua, quam in aere apparebit.

(1) Seu ut ſinus anguli refracti M *g b* ad ſinum anguli incidentiæ A *g f*; rationem enim 4 ad 3, inter eorum angulorum ſinus obtinere ex § 878 facile colligitur. At quod hic affirmatur, clarius vellem ab Auctore explicatum, præſertim cum falſum plerumque ſit, nec niſi quibuſdam in caſibus præter propter locum habeat. Iiſdem enim poſitis, quæ ſupra, erit radii A *g* angulus incidentiæ A *g f*, ſeu illi æqualis *g* A S; ejuſdem vero radii angulus refractus erit M *g b*, ſeu ei æqualis *g a* S: adeoque erit ſinus anguli refracti *g a* S, ſeu anguli *g a* A, ad ſinum anguli incidentiæ *g* A S, ut *g* A ad *a g* per § 876. Sed ducta *a i* ipſi A *g* parallela, eſt *a g* major *a i*; igitur A *g* eſt ad *a g* in minori ratione, quam eadem A *g* ad *a i*, ſeu quam A S ad *a s*; adeoque A S ad *a s* eſt in majori ratione, quam habet ſinus anguli refracti ad ſinum anguli incidentiæ, ſeu 4 ad 3. Liquet ergo adductam Auctori praxim pro definiendo puncto *a* a vero abludere. Quod ſi puncta S & *g* adeo propinqua ponantur, ut contemni poſſit eorum diſtantia S *g*, tum modo optinere poterit ea praxis; quandoquidem, ea facta hypotheſi, pro æqualibus haberi poterunt A S, A *g*, & *a* S, *a g*; atque adeo tum erit A S ad *a ſ* ut A*g* ad *a g*, ſeu ut ſinus anguli refracti ad ſinum anguli incidentiæ. Perpendicularis ex puncto radiante A in ſuperficiem C C ducta *cathetus incidentiæ* dici conſuevit: quamobrem Auctoris ratio pro puncti *a* determinatione, de iis modo radiis obtinet, qui catheto incidentiæ propinqui admodum ſunt.

Quoniam vero radii ex vitro in aerem tranſeuntis ſinus anguli refracti eſt ad ſinum incidentiæ, ut 17 ad 11 § 878, ſeu ut 3 ad 2; erit diſtantia puncti *a* a refringente vitri ſuperficie C C, diſtantiæ puncti radiantis A ab eadem ſuperficie, ſubſeſquialtera, ſi ſcilicet de iis agatur radiis, qui catheto incidentiæ propinqui ſunt. Quod ſi remotiores radii ſpectentur, eſt ea ratio ſubſeſquialtera minor.

Si vero e contrario radiorum progreſſus ſit ex aere in vitrum, facile ex dictis colligetur punctum *a* majori intervallo,

quam

Idem erit, ſi fundo P vaſis vacui impoſitus fuerit nummus, atque ſpectator ad S receſſerit, donec nummum, propter vaſis latus C B interpoſitum, non amplius videat; infuſa Aqua ſpectator S nummum in *f*, & elevatum, ope radii refracti P C S videbit.

§. 1002. Hinc quoque intelligitur, quo pacto integer remus C D O, oblique in tenui Aqua A B fracti ſpeciem C D N reddat: Concipiamus enim ejus punctum E ſub Aqua, a quo radii E G, E K emit- Tab. 6. Fig. 4.

quam A ab ipſa ſuperficie C C diſtare, ac eſſe *a* S ipſius A S ſeſquialteram, eosdem ſcil. radios catheto propinquos ſpectando. Oculo itaque in medio denſiore conſtituto objecta in rariore poſita remotiora apparere debent. Quemadmodum autem objecta e rariori medio ſpectata, & propriora & majora oculo videntur; ita viciſſim ex denſiori medio ſi conſpiciantur objecta in rariori poſita, non modo remotiora, uti jam demonſtravimus, ſed & minora videri debent. Sit enim A B objectum (*Vid. fig.* 14. *Tab. Addit.*) in rariori medio poſitum, O oculus in denſiori, P L ſuperficies variæ denſitatis media diſpeſcens. Radius A P ex extremo objecti puncto A reflexus, & in ſuperficiem P L perpendiculariter incidens, irrefractus tranſibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B ad oculum venit radius B L, cum oblique in eandem ſuperficiem incidat, denſiusque medium ſubeat, ad perpendiculum refrangetur in L, ſemitaque L O ad oculum tandem perveniet; eritque adeo angulus ſub quo objectum nunc videtur D O A, qui minor eſt altero B O A, quo idem conſpiciebatur objectum, nulla interpoſita refractione; proindeque minoris magnitudinis illud appareat neceſſe eſt. Verum major diſtantia, in qua ejuſmodi objectum videtur, id magnitudinis decrementum vix ſenſibile reddit.

Obſervandum tandem tacite hic (*fig.* 3. *Tab.* 6.) ſupponi ab Auctore noſtro refractos radios *g* M, z R ex eodem objecti puncto A provenientes, & catheto A S propinquos, in idem catheti punctum *a* retroductos coire. Id vero ut demonſtretur, ſint radii A*e*, A*g* ex eodem puncto A in planam diaphani ſuperficiem C C incidentes, quorum puncta *e*, *g* æqualiter a catheto incidentiæ A S ſint remota; dico radios refractos *g* M, *e b* retroductos in idem catheti punctum *a* concurrere. Cum enim *e* S = S *g*, & anguli ad S recti, erunt anguli incidentiæ *e* A S, *g* A S æquales: eandem igitur rationem ad S *a* habeant neceſſe eſt diſtantiæ punctorum *e*, *g* a catheto; adeoque æqualibus ex hypotheſi *e* S, *g* S, idem erit pro utriſque radiis punctum concurſus *a*. Sed radiorum valde propinquorum veluti A *g*, A z diſtantia a catheto eadem fere eſt; eorundem igitur idem erit concurſus punctum *a*.

emittuntur, qui refracti, ſunt G H, K P; quamobrem oculus poſitus in H P hos videt, ac ſi a puncto F veniſſent; quare pars remi D O, apparebit in recta D N.

Tab. 6. Fig. 5. §. 100. Si inter oculum Z, & objecti punctum A ponatur vitrum, cujus binæ ſuperficiej B B, C C ſunt ſibi parallelæ, atque oculi axis perpendicularis ad has ſuperficies, objectum A propius vitro in *a* apparebit.

Nam radii A *g*, A *e* ingreſſuri vitrum, refringuntur ad perpendiculum, delati in via *e b*, *g k*; exituri in Aërem, a perpendiculo in *b d*, *k n* recedunt, qui retroducti concurrunt in *a*, atque paralleli ſunt ad A *g*, A *e* §. 900.

Tab. 6. Fig. 6. §. 1004. Objectum A E conſpectum trans vitrum planum B B C C, apparet auctum.

Angulus ſub quo conſpiceretur, demto vitro, foret A Q E: verum radius A *g* refringitur in vitro ad *g* L, & alter radius E *k* ad K L, qui ambo exituri ex vitro in Aërem, refringuntur in L Q ad Q: quare oculus hos ſub angulo *a* Q *e*, recipit, idcirco objectum A E apparebit magnitudinis *a e*, ſi eo loco conſpiceretur: ſed cum per §. 1003. propius appareat, vix amplificabitur.

Tab. 6. Fig. 7. §. 1005. Si vitrum polygonum A B C D inter objectum F, & oculum O ponatur, apparebit objectum F multiplicatum.

Ope radierum tranſeuntium per B C, A D, videbitur objectum ab oculo O in recta O F. Ope radiorum F X incidentium in ſuperficiem C D, & refractorum ad H, inde ad O, videbitur in L. Ope radiorum F Z, incidentium in B A & refractorum ad K, & inde ad O, videbitur in M. (1)

Tab. 3. Fig. 7. §. 1006. Imagines formatæ a refractionibus planarum ſuperficierum ſunt ſimiles objectis, ſemper erectæ,

(1) Pretereundum hic non eſt, objecti ſpeciem ſuperficiebus C D, B A exhibitam, coloribus quibuſdam tingi debere, quibus caret imago ſuperficiei C B reſpondens: radii enim in C D, & B A eodem fere modo refringuntur, ac in Priſmate. Quæ obſervatio ad verum objectum ad apparentibus ſecernendum inſervire plurimum poteſt.

ctæ, ſimiliter ac objecta poſitæ, & ab eadem parte jacent.

Sit P Q R objectum radians in planam A C B ſuperficiem refringentem, in quam ducantur perpendiculares P A, Q C, R B; in quibus capiantur partes A *p* ad A P, C *q* ad C Q, B *r* ad B R, in ratione ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis; tum foci *p*, *q*, *r*, conſtituent ſimilem imaginem, ſimilisque cum objecto ſitus, cum partes *p q*, *q r* ſint in eadem ratione ac P Q, Q R. Id per ſe manifeſtum eſt, cum objectum ſuperficiei refringenti eſt parallelum: ſi vero ad eam ſit inclinatum, producatur, donec eam ſecet in D, hanc imago producta etiam ſecabit in D: nam perpendicularis B *r* R accedat ad D, cum lineæ B*r*, B R ſint ad ſe in data ratione, ſimul evaneſcent: & quia Triangulum *p* D P ſecatur lineis parallelis *q* Q, *r* R, erit uti *p q* ad P Q, ſic *q* D ad Q D, ſic *q r* ad Q R, & ideo *p q*, *q r* : : P Q, Q R. Simili modo b radii pertinentes ad focos *p*, *q*, *r*, ab alia plana ſnperficie ſive parallela ſive inclinata, refringantur, foci eorum ſecundi alteram efficient imaginem, ſimilem priori, ſimilemque objecto.

§. 1007. Si inter punctum objecti A & oculum O ponatur Lens vitrea utrimque convexa, apparebit punctum A in *a*, loco remotiori a Lente, quam eſt ipſum objectum. Radii A *b*, A *b* emiſſi ab A, illapſi in *b b*, refringuntur ad perpendicula *p p*, atque ita redduntur minus divergentes: exituri ex ſuperficie *c c*, a perpendiculo *c q* refringuntur, quo redduntur adhuc minus divergentes *cd*, *cd*; qui ducti retro concurrunt in *a*, adeoque oculum O ingrediuntur, ac ſi ex hoc puncto *a* veniſſent. Tab. 6. Fig. 8.

§. 1008. Objectum A E trans lentem conſpectum ab oculo O, prope lentem, etiam apparet auctum. Radii enim A *b*, E *b* ab extremitatibus A, E objecti emiſſi, illapſique in lentem L K, refringuntur, ut exeuntes magis convergant in O, formentque angulum *c* O *d*, majorem A O E, ſub quo absque lente objectum viſum fuiſſet; quare objectum appa- Tab. 6. Fig. 9.

 rebit

rebit auctum. Cum vero per §. 1007, etiam in remotiori luco *a e* videatur, multo magis amplificatum apparebit.

§. 1009. Si lens fuerit ſphærica concava, per eam inter objectum & oculum poſitam apparebit objectum propius lenti, minus, & erectum.

Tab.6. Fig.10. Sit punctum objecti A, emittens radios divergentes A *b*, A *b*, hi refracti in lente magis divergunt ad *e*, *e*, egreſſique divergere amplius pergunt in *e d*, *e d*; oculus igitur poſitus in *d d*, radios recipit, ac ſi ex puncto *a* propiori veniſſent. Eſt hoc punctum, *a*, *Focus Imaginarius*.

Tab.6. Fig. 11. Sit jam objectum A E, quod ab oculo poſito in O, ſub angulo A O E videtur, in medio ponatur Lens cava S S, tum radii ab extremitatibus A & E emiſſi, qui ad oculum O perveniunt, ſunt A *b*, E *b*, hi refracti ſunt *b c*, *b c*, delati deinde in viis *c* O, *c* O: cumque angulus *c* O *c* ſit minor quam A O E apparebit objectum minus in *a e*, & erectum.

Tab. 3. Fig. 8. 9. 10. 11. §. 1010. Si arcus circuli P Q R ex centro lentis E fuerit deſcriptus, iſque conſideretur ut objectum, ejus imago *p q r* erit arcus ſimilis concentricus: cujus longitudo erit ad longitudinem objecti, in ratione diſtantiarum a communi centro E, atque imago erit erecta vel inverſa reſpectu objecti, prout ab eadem vel altera parte jacet.

Patet propoſitio in omnibus concentricis ſuperficiebus ex ſola inſpectione Fig. 8. quoniam partes harum ſuperficierum ſunt ſimiliter oppoſitæ partibus concentrici objecti: in Lente autem foci radiorum parallelorum jacent in arcu concentrico GFH, cum P *p*, & Q *q*, ſunt tertiæ proportionales ad diſtantias P G, P E; tum ad Q F & Q E; adeoque imago *p q r*, eſt arcus concentricus. Quoniam axes radiorum conſiderantur ut rectæ lineæ tranſeuntes per E, erunt anguli *p* E *r*, P E R æquales: ideo ratio imaginis ad objectum, erit uti ratio diſtantiarum a puncto E: prout igitur extremitates P & *p* jacent ad eandem vel oppoſitam partem ab E, ita jacent

quo-

quoque Q, *q*; tum R, *r*.

§. 1011. Quo objectum circulare P Q R minus eſt reſpectu diſtantiæ a puncto E, eo magis appropinquat ad lineam rectam, quod & in imagine obtinet; idcirco planum objectum ad nocabile a lente intervallum, habebit fere imaginem planam.

§. 1012. Si oculus fuerit ſenilis, atque vel ob Corneam, vel ob lentem Cryſtallinam planiorem, radios objectorum propinquorum divergentes non ſatis refringere poſſit, ut ſupra retinam coëant, ope lentis convexæ, ante ipſum poſitæ, radii ab objectis emiſſi redduntur minus divergentes; adeoque ab oculo, ut ſupra rationem coëant, refringi facilius poterunt. Quamobrem ſenes, perſpicilli ope, objecta propinqua iterum clare & diſtincte cernent.

§. 1013. Uſus perſpicillorum non eſt admodum antiquus, etiamſi radios Solis per vitreas ſphæras tranſeuntes, urere plurima cognitum olim fuerit. Inventio uſus lentium pro ſenibus, videtur referenda intra Annum 1280. & 1311, utilitatem enim cognoverunt Rogerus Bacon (*a*), Alexander de Spina (*b*), & Salvinus Armatus (*c*).

[*a*] Perſpect. p. 3. d. 2. Cap. 3.
[*b*] Redi epiſtola ad Falconerium.
[*c*] Act. Lipſ. An. 1740.

§. 1014. Quoniam Myopes radios objectorum in ſuis oculis nimis refringunt, & idcirco tantum objecta propiora, quorum radii multum divergunt, diſtincte videre poſſunt; remotiorum vero objectorum radios nimis diffringunt, ope lentis concavæ, radios a ſe diſpergentis, hæc quoque objecta diſtincte videre poterunt. (1)

(1) Lentium modo ſphæricarum, ſive convexa ſive concava figura donatæ fuerint, proprietates hactenus expendit Auctor, quod vid. ex his ſolum perſpicilla, microſcopia, & teleſcopia parentur. Sed & aliæ a ſphærica ſpectari poſſunt in lentibus figuræ, veluti Ellipticæ, Hyperbolicæ, vel cujuſvis alterius curvæ, quarum proprietates haud difficulter per Algebram eruendas hic proferremus, ſi alicui eſſe poſſent uſui. Earum theoriam fuſius proſequuti ſunt Guiſnèe *in Comment. Reg. Acad. Scient. Par. A.* 1703, & Joannes Craige *in Optica Analytica*. Hyperbolicæ & Ellipticæ lentes Carteſio *Dioptricæ cap.* 8. Plurimum commendantur, quod radios omnes axi parallelos, vel ab aliqua ejus puncto emanantes in eo-

dem

§. 1015. Si lens convexa fuerit portio minoris ſphæræ, aut ſi fuerit exigua ſphæra, valde amplificat objecta, ita ut omnes eorum partes diſtinctæ appareant; vocatur tum *Microſcopium*. Hujuſmodi lentibus elapſo ſeculo in uſum vocatis; detectus eſt integer Microcoſmus. Primarii obſervatores videntur fuiſſe Fr. Stelluti, & hic quidem primus, cum partes Apum minutiſſimas Anno 1625 deſcripſerit, dein Hodierna, Petrus Borellus, Powerus, Hookius, Grewus, Malpighius, Leewenhoekius, Bonannus, Griendelius, Joblotus, Reaumurius, qui obſervationes Microſcopicas, cum inſigni Scientiarum incremento, conſcripſerunt.

Tab. 6. Fig. 12. §. 1016. Ut cognoſcatur quantæ magnitudinis appareat objectum, tum ſimplici oculo, tum Microſcopio conſpectum, ponatur objectum P Q, in foco Lentis A E, huic oculus proximus conſpiciet objectum diſtincte ſub angulo PEQ. Sit vero oculus naturalis ad diſtantiam L Q removendus ab objecto, ut id diſtincte videat; erit angulus PLQ, ſub quo objectum cernetur: eſt vero angulus P E Q ad P L Q, ut L Q ad Q E §. 876; ſed eſt magnitudo objecti apparens, uti eſt angulus opticus; quare magnitudo objecti viſa per Microſcopium erit ad eam oculo tantum conſpecta, uti L Q ad Q E.

§. 1017. Si autem lens una non ſatis amplificat objecta, altera lens, imo & tertia additur; cujus inventum debetur Drebbelio Batavo, qui A. 1621. ejuſmodi Microſcopium compoſitum ſpectandum dedit, teſtante Hugenio (a): quod poſtea variis auctum & correctum fuit artificiis, tum ut objecta copioſo lumine illuſtrentur, tum ut valde amplificata, & diſtincta, eorumque magnæ portiones una acie conſpiciantur. Lens minima in his compoſitis, objecto

[a] Dioptrica p. 221.

dem præciſe puncto accurate colligant: verum cum difficillimum ſit ejuſmodi lentes ſatis exactas conſtruere; tum etſi conſtruerentur ad unguem, radios tamen a puncto extra axem lentis ſito emanantes minus accurate, quam ſphæricæ lentes, in puncto colligerent, uti adnotatum Newtono *in Schol. prop. 98. l. 1. Princip. Math.*, idcirco contemni merito ſolent.

jecto vicina ponitur, ideo *Objectiva* vocatur; altera, quæ prope oculum, *Ocularis*. Quo pacto autem radii per has Lentes tranſeant, ex inſpecto ſchemate ſatis intelligitur: ut & quomodo objectum A B, a ſpeculo S S illuminatur. (1) Tab. 7. Fig. 1. 6.

§. 1018. Ex lente convexa & concava, quodam intervallo a ſe in Tubo collocatis, compoſita eſt Machina, quæ *Teleſcopium* vocatur: cujus ope objecta remota, clare, & amplificata, ac erecta, videntur. Radii ab objectis emiſſi, aut reverberati, ſequenti modo ad oculum perveniunt, veluti Molyneuxius optime explicuit. Sit objectum A B C, ex cujus puncto ſupremo A, radii tres *a*, *a*, *a*; ex medio B, radii *b*, *b*, *b*; ex infimo C, radiis tres *c*, *c*, *c*, procedant: hi radii, antequam Tubum ingrediuntur, cruciatim ſe ſecant; Tubum ingreſſi illabuntur in lentem convexam Z Y X, quæ *Objecti-* Tab. 7. Fig. 3.

(1) Radiorum progreſſus ope Microſcopii, quod in fig. 1. Tab. 7. deſignatur, eſt hujuſmodi. Exiguum objectum A B microſcopio ſpectandum conſtituitur vel in foco lentis C E, vel, quod opportunius eſt, in paulo majori diſtantia, quam lentis focus abeſt ab ipſa lente. Ex ſingulis illius objecti punctis, puta A, B conorum inſtar producti radii, lente CE excipiuntur; qui in ea refracti, vel paralleli porro egrediuntur, ſi in lentis C E foco poſitum fuerit objectum, vel in totidem puncta convergentes, ſi idem objectum tantillum a lentis foco abfuerit. Convergentibus vero radiis, vel parallelis C E h, C E g, altera lens h g objicitur, cujus binis refractionibus fit, ut radii magis convergentes facti, in d & f tandem colligantur. Præterea in ea diſtantia a punctis d & f abeſt tertia lens *n k*, quæ ejuſdem foci diſtantiam æquat: quo fit ut tandem radii per illam refracti, paralleli in n O, *k* O oculum ſubeant. Angulus ſub quo modo videtur objectum A B eſt n O K, cum antea nudo oculo ſub angulo A O B videbatur; adeoque in hac eadem angulorum ratione erit objecti magnitudo per microſcopium ad ejusdem nudo oculo ſpectati magnitudinem.

Quo objectum AB clarius microſcopii ope videatur, ſpeculum concavum S S commode adhiberi poteſt, focum circa objectum A B habens; ita enim paralleli Solis radii R S, R S a ſpeculo in A B collecti, frequentiores porro, vegetioreſque hinc in lentem regeruntur. Idipſum obtineri etiam poterit ſi A A ſit ſpeculum concavum [*Tab. 7. Fig. 6.*], cujus in media parte perforata B microſcopii tubus adnectitur, objectumque C microſcopio conſpiciendum in ipſius ſpeculi foco C jaceat.

va vocatur; a qua refringuntur, coëant in f, e, d, ibi objecti imaginem depicturi. Ponitur lens concava G L, inter radiornm concurſum, & lentem objectivam; eo ab hoc concurſu intervallo, quod eſt æquale ſoco imaginarie lentis concavæ. Hæc lens, *Ocularis* dicta, radios, qui nempe ex uno eodemque objecti puncto venerant, ſua refractione reddit parallelos, cæteroquin eos ad T & R divergere facit. Oculus recipiens hos radios parallelos, tanquam ab objecto remotiſſime emiſſos, eos diſtringit, ut ſupra tetinam coëant, depingantque imaginem objecti in T E R, quæ cum jaceat eodem ſitu, ac ſi a ſolo oculo objectum inſpectum fuiſſet, id in ſitu erecto, & diſtinctum apparebit: cumque sn fig. 3. ſub angolo T P e, cui eſt æqualis $f\ h\ e$, appareat, & qui multo major eſt, quam angulus $f\ y\ e$, ſub quo a ſolo oculo conſpicitur, objectum amplificatum iu ratione $e\ y$, ad $e\ b$, apparebit. *Campus viſibilis* partim a magnitudine lentis objectivæ, partim ab apertura pupillæ pendet, quæ cum exiguis mutationibus prædita ſit, Teloſcopium hoc, cui oculus proxime admovendus eſt, lentem concavam exiguam modo poſtulat, & hinc breve tantum eſſe poteſt, vix ultra pedem, adeoque exiguæ utilitatis ad objecta diſtantiſſima videnda. (1)

Tab. 7. Fig. 4. §. 1019. Tubus hic *Batavicus* vocatur, quia inventus fuit in Belgio, & quidem Medioburgi in Zelan-

[1] Objecti hoc teleſcopio viſi amplitudo a pupillæ amplitudine plurimum dependet, hæc enim tanta eſſe debet, quanta opus eſt ad eos radios excipiendos, qui ex concava lente paralleli erumpunt. At cum iidem paralleli radii a diverſis objecti punctis emanantes plurimum a ſe diſtracti pupillæ occurrant, illam eorum radiorum plures non ingrediuntur. quod ſcilicet tanta non ſit ejus amplitudo, quanta radiorum diſtractioni congrueret: quamobrem haud omnes objecti partes unico intuitu hujus teleſcopii ope conſpici poterunt; atque eo minores erunt conſpicuæ objecti partes, quo magis pupilla a concava lente abfuerit, tum enim eo magis divarigati ad pupillam radii diriguntur. Quin & eo minor eſt conſpicua objecti pars, quo magis per teleſcopium ejusdem objecti magnitudo augetur: hac enim creſcit pro ratione anguli T P R: ſed quo major hic eſt angulus, eo minorem objecti partem oculus uno obtutu comprehendit.

landia, ibidemque a Zacharia Johannide, & Johanne Lipperhey, circa annum 1590. conſtructus eſt (a): quamvis quoque inventum Metio, ab aliis Portæ (a), ab aliis Galileo, adſcribatur: nequaquam vero antiquis Ægyptiis (c) innotuiſſe veroſimile eſt, ejuſve beneficio naves ex ſpecula, in Pharo Alexandriæ erecta, ad 600 milliarium diſtantiam detegi potuiſſe: hæc enim propter curvaturam Terræ fieri nequeunt.

[a] P. Borellus de Teleſcopii inventore.
[b] Keplerus in nuncio Sydereo pag. 16.
[c] L'Hiſtor. de l'Acad. de Belles Lettres T. 1. p. 136.
[d] Hiſt. Acad. Reg. Lib. 5. Sect. 1. C. 7.

§. 1020. Defectum Tubi Batavici emendavit primus Keplerus, emendatum tubum in Optica, anno 1611. edita, deſcribens. Fontana ſibi inventum adſcribit Anno 1608., quod alii Rheitæ, in lucem publicam opus edenti Anno 1645. (d) adtribuerunt: ita ortum fuit *Teleſcopium Aſtronomicum*, ex duabus utrimque convexis lentibus compoſitum. Sit objectum remotiſſimum A B C, a cujus puncto ſupremo A radii, *a*, *a*, *a*, ex B radii *b*, *b*, *b*, ex C radii *c*, *c*, *c*, emittantur. Hi radii antequam Tubum ingrediuntur, ſeſe alicubi interſecant, illapſi in lentem objectivam X Y Z, ab ea refringuntur, ut ſuis focis *f*, *e*, *d*, coëant, ibidemque objecti imaginem pingant. Sit lens ocularis *g h l*, remota tantopere a focis, *f e d*, quanta eſt ejus, datis radiis parallelis, foci diſtantia: proinde ſit *e h* diſtantia foci ab oculari, *g h l* erit diſtantia, Y *h* æqualis aggregato longitudinum amborum focorum: oculus O paulo plus diſtat a lente, quam eſt ejus focus, illi objectum diſtincte, amplificatum, ſed inverſum apparebit: pendetque ejus campus a magnitudine lentis ocularis. Soli oculo apparuiſſet objectum ſub angulo *a* O *c*, ſed per Teleſcopium conſpicitur objectum ſub angulo *l* O *g*, qui anguli ſunt in ratione *h* O ad *h y*, ſeu *h e* ad *e y*, hoc eſt ut diſtantia foci ocularis ad illam objectivæ lentis. Tab. 7. Fig. 5.

§. 1021. Quoniam objecta terreſtria per hunc tubum inverſa apparent, & ideo non admodum commode cognoſcitur; hinc Teleſcopio duæ aliæ lentes oculares additæ fuerunt, ita ut id ex 4 lentibus Tab. 8. Fig. 1.

 com-

tomponatur, quarum tres oculares æquali a ſe ponuntur intervallo; per has radii tranſeunt, veluti in ſchemate exibetur; atque ita objectum erectum, propius oculo, atque amplificatum, uti in §. 1020. apparet.

§. 1022. Teleſcopia hujuſmodi longiora 20 pedibus vix amplius objectis Terreſtribus conſpiciendis inſervire poſſunt, propter partium aërearum continuum motum, qui viſibilis evadit, efficitque, ut motu quodam tremulo objecta quaſi ſubſultare videantur.

Tab. 8. Fig. 2. §. 1023. Sunt Teleſcopia hæc Dioptrica nonnullis defectibus obnoxia, propter diverſam radiorum refrangibilitatem: Sit enim vitrum A B, radiique ſibi paralleli E A, C I, F B, radii minime refrangibiles ſibi in G, maxime refrangibiles in H, occurrant, erit tum G I ad I H, uti 28 ad 27, & G H erit $\frac{1}{28}$ ipſius G I: ducatur K L per G, & M N per H perpendicularis in axim C I G; erit MN $\frac{1}{28}$ par latitudinis vitri A B, & K L $\frac{1}{27}$: idcirco O P, quod eſt ſpatium minimum, in quo radii collecti ſunt, erit proxime dimidium ipſius MN, adeoque $\frac{1}{22}$ ipſius A B. Proinde radii ab uno objecti puncto emanantes, non in puncto poſt vitrum coëunt, & ideo quodlibet punctum objecti parum diſtincte apparebit. Hic errar in radiorum tranſitu per lentes oculares augetur, atque ita trans Teleſcopia objecta coloribus tincta apparere ſolent. Cum hæc vitia, & plura alia detexerat Nob. Nevvtonus, Teleſcopia emendavit, pro his reflectentia ſubſtituendo, de quibus in proximo Capite (1).

CAP.

[1] Sed præter hactenus Auctori memoratam radiorum aberrationem a diverſa eorum refrangibilitate pendentem, alia etiam datur aberratio a lentis figura & magnitudine dependens: conſtat quippe paucos tantum radios, eos ſcilicet, qui axi lentis viciniſſimi ſunt, in puncto præciſe uniri, reliquos vero ab axe paulo longius diſcedentes e lentibus egreſſos in diverſis punctis axem ſecare, quod non modicam viſioni confu-

CAP. XXXV.

Catoptrica.

§. 1024. Lux e corpore lucente emanans, atque in objecta illapſa, quaquaverſum reflectitur, ſi horum ſuperficies fuerint aſperæ & inæquales, verum ſecundum aliquam directionem, ſi ſuperficies fuerint politæ.

§. 1025. Lucis reflexio vel in corporis ſuperficie anteriori contingit, ſi id fuerit opacum: vel a ſuperficie poſteriori, ſi corpus fuerit pellucidum; vel ab

fuſionem creat. Huic nihilominus malo opportunum excogitavit Hugenius remedium, tegendo ſcil. lentem lamina opaca, in cujus medio apertura tanta relicta ſit, quanta ſufficit, ut radii per illam ingreſſi præciſe in ejus focum colligantur.

Opportunus hic eſſe videtur locus quæſtionem breviter in dicandi, quam jam pridem non ſine aliquo partium ſtudio agitatam, iterum ventilavit Hermannus in ſecundo ſollemni Academiæ Petropolitanæ conventu A. 1726. An ſcilicet ſperandum fore ut teleſcopia ad eam perfectionem perducantur, ut eorum ope in Aſtris, aliiſque longiſſimis diſtantiis, minuta quæque objecta, veluti Planetarum incolas, ſi qui ſunt, videre valeamus. Id ſane fieri poſſe viſum eſt Carteſio, plurimiſque ejus aſſeclis, quod ſc. a lentibus ellipticis, atque hyperbolicis, quas induſtria aliqua parari poſſe putabant, juxta Carteſianæ Dioptricæ præſcripta miraculoſos fere effectus ſibi augurarentur, ſi earum uſus fieret in Teleſcopiis. At illos vana illuſos fuiſſe ſpe jam ſupra innuimus, tum quod arte nulla accurate ejuſmodi lentes parari poſſint, tum præſertim quod radios a punctis extra axem poſitis venientes, minus quam ſphæricæ lentes, in puncto exacte colligant. At id omnem optatiſſimæ quidem rei ſpem abjicit, quod ea lentis apertura ad Jovis, e. g., incolas ſpectandos, opus eſſet, uti Hermanno obſervatum, quæ telluris diametro, vel æqualis, vel major foret. Quod, etſi poſſibile fingas, quanti inde errores conſequerentur ab ipſa lentis magnitudine, diverſaque radiorum refrangibilitate pendentes! Si teleſcopia adhiberi poſſent trecentos, aut quadringentos pedes longa, iis Lunæ imago haud major exhiberetur, quam ſi ipſa Luna quinque milliaribus a Terra diſtans, oculis nullo teleſcopio adjutis ſpectaretur, uti Auzoutus Gallus oſtendit: in ea vero diſtantia Lunæ a terra, immo & multo minori, illius Planetæ incolas diſcerni non poſſe liquidum eſt.

ab utraque ſuperficie in pellucentibus corporibus.

§. 1026. Lucis reflexionem a ſuperficie anteriori, non attribuendam eſſe impactioni ejus in partes ſolidas corporum, ſed viribus aliquibus repellentibus, ex corporibus exeuntibus, & extra ſuperficiem agentibus, invenit Nob. Nevvtonus, atque fuſe demonſtravit (*a*). Cum enim tenuis ſolis radius in pilum, filum, acum, ſtramen & alia corpora incidit, umbra multo major, quam a radiis tengentibus definienda foret, poſt hæc memorata projicitur: idemque fit, licet ob aqua ambiantur: adeoque Lux ex via recta detorquetur a vi eam repellente, ex corporibus effluente (1).

[*a*] Opticæ Lib. 2. part. 3. §. 8. Lib. 3.

1°. Sit

(1) Hoc Auctoris argumentum, quo lucem contendit ob vim corporum repellentem, a via rectilinea recedendo umbram efficere majorem, quam quæ radiis tangentibus definienda foret, vereor valde ut firmo ſtet fundamento: cum enim quæ a corporibus projiciuntur umbræ varia magnitudine præditæ ſint pro varia eorundem corporum diſtantia, varioque ſitu reſpectu corporis lucidi, fieri potuit, ut ab iis cauſis illius umbræ magnitudo orta fuerit, quæ a noſtro Auctore vi corporum repellenti adſcribitur. Id ſane commentum experimento §. 498 clare rejicitur; eo enim liquido conſtat lucis radios prope metalli, vitri, aut lapidis cujuſvis apicem tranſeuntes, ad illa vi attractionis per curvilineas ſemitas accedere potius, quam ab iis repelli.

Quod vero ad Newtoni de lucis reflexione ſententiam ſpectat, is ſane contendit nullam dari reflexionem ex impactu in ſolidas corporum partes pendentem, ſed omnem repetit vel a viribus attrahentibus, vel repellentibus. Cum lucis radius certa obliquitate ex vitro in ſubjectum aerem, vel vacuum tendit, vi magna attrahente vitri cohibetur, quominus ſubjectum aerem vel vacuum permeet, viaque curvilinea in vitrum rediens, ex illo porro egreditur, angulum reflexionis vel reditus angulo incidentiæ æqualem efficiendo, uti *Princip. Math. l. 1. prop. 96.* oſtenditur, indicatumque Auctori noſtro §. 865. Hæc vero reflexio ab attractione dependens, quam reapſe dari non ambigitur, ſemper ex poſtica vitri facie fit, conſequiturque refractionem in antica ſuperficie factam. At alteram reflexionem dari contendit Newtonus ex antica vitri ſuperficie pendentem, quatenus ſcilicet circa illam ad aliquam uſque diſtantiam protendi ſupponit repellentis vis veluti atmoſphæram; ad quam cum pertingunt radii, illico intactis ejus ſuperficiei ſolidis partibus, repellantur. Quod vero de antica vitri ſuperficie dictum, opacorum omnium corporum ſuperficiebus convenire reputat, abs ejuſmodi repellentibus atmoſphæris illorum refle-

xio.

10. Sit Metalli aut vitri ſuperficies ſcabra, Lux quaquaverſum ab ea diſpergetur: poliatur ſuperficies, quod fit aſperis pulveribus, ſuperficiei maxima ſcabri-

xionem deducens. Verum debita ingenuitate fateor, hanc mihi haud probari ſententiam. Præterquam enim quæ pro illa adducuntur argumenta, haud rem conficere videntur; illud quidem non exiguam continet difficultatem, quod circa corpora quæque opaca duplex concipienda eſſet atmoſphæra contrariis donata viribus, quarum altera attrahendi vi donata radiorum plures intromittantur, altera vero repellendi vi prædita reliqui radii veluti expulſi reflectantur; quod a vero abſonum videtur, nec parum naturæ ſimplicitati refragatur.

Fatendum tamen non levem hic occurrere difficultatem, ut explicetur qui fiat, ut poſito circa corporis cujuſvis ſuperficiem attractionis medio ad aliquam uſque diſtantiam protenſo, quo radiorum plures irretiuntur & ſuffocantur, alii e contrario radii regeri & remitti valeant, nec eodem attractionis medio, quominus id præſtent, cohibeantur. Quidam Philoſophi, ut id explicent circa corporis cujuſvis veluti EFDC ſuperficiem (*Vid. fig.* 15. *Tab. Addit.*) ejuſmodi atmoſphæram comminiſcuntur, quæ undarum inſtar in nonnullis ejus extimæ ſuperficiei partibus, veluti A, A, A elevetur, cum in aliis ut B, B, B deprimitur: hinc vero fieri putant ut lucis radii partibus A, A, A, occurrentes, ab iisdem remittantur, in reliquas vero partes, impingentes intromittantur. Ingenioſum ſane commentum; in quo cum nil eorum, quæ ponuntur, experimentis & obſervationibus confirmari queat, ſimplicis conjecturæ limites haud excedere adfirmandum eſt.

Illud veroſimilius & ingenioſius eſt, quod hac de re nuper mihi communicavit Vir Cl. Nicolaus de Martino, cum de matheſi univerſa, tum rerum naturalium ſcientia inſigniter meritus. Circa corpora quæque ſive diaphana, ſive opaca ad certam uſque diſtantiam attractionis medium protendi jam toties indicatum eſt: idque adeo experimentis congruum, ut nulli obnoxium dubio videatur. Ad ejuſmodi medium cum lucis radii ex aere accedunt, ibidem ejus attractionis vi ſiſtuntur, totumque id medium lucis particulis repletum novam rariſſimam lucis particularum atmoſphæram conflat, cujus ob ſummam raritatem vel nulla vel exigua admodum eſt attractio. Qui porro ex corpore luminoſo ſequuntur radii, huic rariſſimæ lucis atmoſphæræ ex aere occurrunt; adeoque præpollenti aeris attractione curvilineo curſu ad ipſum aerem redeunt, ſimili ratione, quæ § 865 eſt indicata.

Idipſum quoque explicari poteſt, non ſpectata aeris fortiori attractione, cujus quidem effectus ob ſummam exiguitatem contemni merito poteſt. Si ſcilicet ſtatuatur, quod a vero minime abludit, lucis atmoſphæram prope corporis ſuperficiem efformatam elaſticitate pollere; ita enim ab incidentibus magna

brities tolletur, nihilominus admodum inæqualis ſemper manet propter inciſuras, quas pulviſculi incidunt, tum propter poros corporis; nihilominus, ſimulac lævigatio aliquouſque peracta eſt, corporis ſuperficies ſplendere, & lucem ordinate repercutere incipit, ac ſi perfectiſſime lævigata foret: quod, niſi vis quædam extra ſuperficiem corporis emanans detur, quæ radios illapſos reddat, antequam ad ipſas partes ſolidas pervenerint, concipi nequit (1).

2°. Hæc igitur vis quaſi ſuperficiem quandam virtualem format, quæ lucem repercutit; niſi hæc foret, concipi nequit, quo pacto in ſpeculis vitreis tantum duas objectorum imagines & non innumeras videamus: quod contingere deberet, ſi partes ſolidæ lucem reflecterent; quippe in vitro partium ſolidarum ſtrata ſunt plurima, quæ ſingula, lucem reddendo, plurimas imagines efficerent (2).

3°. Nec

gna vi lucis radiis inflecti illam oportet, ac porro reſtitui, eoſdem lucis radios ſecum ferentem, qui proinde redibunt, vel per eandem viam, ſi perpendiculariter impegerint, vel ſi oblique, reflexionis angulum angulo incidentiæ partem efficiendo.

(1) Quod polita vitri ſuperficies utut minutiſſimis excavata raſuris radios ad unam modo partem ordinate regerat, argumento eſt, majores ejus ſuperficiei inæqualitates aſperis pulveribus abraſas fuiſſe, tum quæ ſuperſunt exigua copia, minutiſſimaque ſubtilitate, non cohibere quominus maxima ſaltem radiorum pars ordinate regeratur: radiorum qui eis inæqualitatibus quaquaverſum reflectuntur, exigua admodum quantitas eſt, longe major, quæ ordinate remittitur. Nulla igitur repellendi vi extra corporis ſuperficiem protenſa opus eſt, ut ordinatæ radiorum reflexionis ratio detur. Quin, etſi reapſe dari ejuſmodi vim expellentem ſupponamus, nec inde quæſito ſatis fit; ſuperficies enim, qua circa corpus ea vis terminatur, ſuas etiam inæqualitates habere debet, utpote ipſius corporis ſuperficiei, ex qua prodit, parallela, atque adeo eodem modo regeri ex illa radios oporteret, quo per ipſammet corporis ſuperficiem reflecterentur.

(2) Cum in vitro ceteriſque diaphanis corporibus meatus ab una ad alteram ſuperficiem recta pateant, qui radii eos ingrediuntur, ſolidis aliis partibus nou occurrunt, verum libere ad oppoſitam uſque ſuperficiem deſcendunt, ex qua vel recta egrediuntur, vel curvilinea ſemita in vitrum redeuntes, ex eadem antica ſuperficie remittuntur, quemadmodum paulo ante innuimus. Qui ve-

30. Nec corporum ſuperficies poſterior lucem reflectit, ſed vis attrahens, ex ſuperficie exiens, quæ radios egreſſos ad corpus retrotrahit, atque ita repellit, veluti exhibuimus in Tab. 1. fig. 7.; nam poſterior lucis reflexio ſive potius inflexio & recurſus fit, ſimulac hæc obliquius, quam ſub angulo 40 vel 41 graduum, ex vitro in Aërem, aut in ſpatium vacuum exiret. Concipi igitur nequit, Aërem, rariſſimum Fluidum, poros vitri obturaſſe, cum lucem in minori obliquitate allapſam transmittat: verum Aër nihil facit, quia in vacuo lux fortius redit, minuſque è vitro exire videtur: ibi nihil eſt, quod vitri poros obſtruit. Sed quoque non a partibus vitri ſolidis, ſuperficiem conſtituentibus, fit reflexio; nam ſimulac Aqua, Oleum, vel aliud vitrum ſuperficiei apponitur, non fit lucis reflexio, ſed tranſitus: tum vero ſuperficiei partes ſolidæ non ſunt mutatæ: quid igitur mutatum? Virtutis attrahentis in vitro actio, propter vim attrahentem Aquæ, Olei, vel alterius vitri appoſiti.

§. 1027. Reditus igitur lucis a vitro corporibuſque pellucidis duplex eſt: qui enim a ſuperficie anteriori fit, oritur a vi repellente: qui a ſuperficie poſteriori, oritur a vi attrahente: Sit corpus A A C D, ex cujus ſuprema ſuperficie A B vis repellens uſque ad I H egreditur, & vis attrahens uſque ad K L. Radius O P admodum oblique illapſus in vim repellentem I H, multum retardatur; inflectitur in Q, repellitur in via Q R, reverberaturque in R S. Verum ſi radius *o p*, minus oblique in I H incidiſſet, majori vi recta progredietur, quamvis e via aliquantum extractus, adeo ut exiguam curvam *p q* deſcribat, perveniens deinde ad vim attrahentem K L, acceleratur, & curvam alio ſitu poſitam *q r* emetitur. Reditus lucis a poſteriori ſuperficie ex- Tab. 7. Fig. 2.

po-

vero radii in laterales meatuum parietes impingunt, ab his reflexi non ideo ex vitro exeunt, ſed aliis parietum partibus occurrentes, reiteratis reflexionibus intra ipſorum corporum ſubſtantiam irretiuntur, & veluti ſuffocantur: quamobrem adducto argumento non magna eſt vis.

poſitus eſt in §. 1026. Videntur omnia pellucentia corpora ab hujuſmodi duabus differentibus viribus ambiri.

§. 1028. Hinc intelligimus, quænam corpora ſint opaca 1°. Atomi non poroſæ. 2°. Particulæ, quarum pori anguſtiores ſunt, quam ut lucem tranſmittere poſſint. 3°. Corpora majora, ex quorum ſuperficie vis magna repellens exit. 4°. Corpora majora, quorum partes amplos relinquunt poros, & a ſe procul diſtant, ita ut ſuam vim attrahendi aut omnem, aut fere omnem in lucem exerceant, qua fit, ut lux continuo in lineis fere curvis ad ſingulas particulas deferatur, inæqualiter ab iis reflectatur, atque ita intercepta quaſi, tranſire impediatur; aut poſtquam tranſierit, motu inordinato egrediatur, ut non amplius videri poſſit. Simulac igitur horum corporum pori Medio aliquo, lucem etiam attrahente, implentur, non amplius lux motu adeo inordinato, & in iiſdem curvis, a vi attrahente partium agi poteſt, ſed conſpirantibus viribus attrahentibus tum Medii, tum partium, lux in rectis lineis moveri poterit, adeoque per corpus tranſibit, ut ex inſpecto ſchemate colligi poteſt.

Tab. 5. Fig. 6. §. 1029. Proinde corporis poros implendo, id ex opaco fiet pellucidum. Quo id Medium, poros implens, lucem magis attraxerit, ita ut æquali vi ac corporis partes in eam agat, eo corpus ex opaco pellucidius evadet. Hoc omne nititur obſervationibus. Charta pura alba fere eſt opaca, ejus poros Aqua imple, ſive chartam humecta, pellucebit: ſed imple poros oleo, hoc lucem fortius quam Aqua trahit, jam multo pellucidior erit charta: ſed omne oleum non æque fortiter lucem trahit; obſervavit Nob. Newtonus oleum Terebinthinæ vim lucem refringendi habere, quæ eſſet ad eam olei olivarum, veluti 13222 ad 12607: idcirco chartam inunge oleo Terebinthinæ, nunc inſtar vitri fere pellucet, & multo magis, quam uncta oleo Olivarum.

Vitrum pellucidiſſimum in pulverem contundatur, pulvis erit albiſſimus, opacus prorſus, uti vitreo

plano

plano impoſitus apparet; poros pulveris imple Aqua. incipiet aliquantum pellucere; poros imple oleo Terebinthinæ, jam pellucebit; partes propius iterum adige liquefaciendo, prior pelluciditas redibit.

Albumen ovi pellucidum conquaſſa, ut ſpumet, erit ſpuma albiſſima, opaca; ceſſante ſpuma, redit priſtina pelluciditas.

Acetum cum oleo Olivarum conquaſſa, utrumque ſeorſum pellucet, conjunctum utcunque, opaciſſimum eſt fluidum.

Aqua admodum pellucet, ea in vaporem ope ignis reducatur, multo minus pellucet: hinc in laboratoriis Tinctorum & Cereviſiariorum tantæ ab aſſurgentibus vaporibus tenebræ. Hinc & adſcendentes vapores hi, tum & fumi caminorum, nubes opacas in Atmoſphæra volitantes conſtituunt. Lapis, Oculus mundi dictus, opacus eſt; qui poris Aqua impletis pellucet: Simile quid in gypſo notavit Nob. Hugenius (*a*), quum enim gypſum, inſtar calcis cum Aqua ſubactum, recipienti Boyleano circumfuſum diſſet, materia erat opaca; poſtquam affuderat Terebinthinam & Oleum, hæc in poros gypſi penetrantia, illud pellucidum reddiderunt. Ex his quoque clare intelligitur, quare glacies primum generata, pellucet, & ſimulac ab Aëre intercepto, tum ab alia quacunque cauſa, bullæ hinc inde in ea formantur; opaca fiat. Sed innumera ſimilia phænomena continuo ſunt obvia. Metalla pura, quia ſunt ſatis homogenea, ad ſpecula formanda non multum valent, verum ſi varia inter ſe permiſceantur, etſi tum miſturæ partes ſecum vix congruant, parum cohæreant, poros inordinatos intercipiant, nihilominus oritur Metallum aliquod, fortiſſime lucem repercutiens, & ſpeculis optime inſerviens (*b*).

(*a*) Phil. Tranſ. N. 122.

§. 1030. Non autem credendum eſt, lucem eſſe ideo corpus ab aliis diverſum: quoniam per poros corporum patulos non tranſit: plurima ejuſmodi exempla habemus. Aqua non tranſit per ampliſſimos Cilicii camelini poros; imo nec Aqua, nec Vinum nec Cereviſia, nec Vini Spiritus, per poros cado-

(*b*) Smith Optiks §. 787.

rum

rum ligneorum, aut ſuberis, admodum patulos fluit, cum tamen oleum, multo ſpiſſius prioribus, vix a cadis retineri poſſit. Mercurius per chartam, linteamina, corium non facile tranſit, niſi prematur; conſtat tamen ex partibus multo ſubtilioribus, quam ſunt horum corporum meatus.

§. 1031. Interim cavendum eſt, ne opinemur, corpora eſſe omnia opaca, quæ ruditer examinata, opaca nobis apparent; hujusmodi enim pauciora ſunt, quam fides fert, ſi in obſcuro examinentur loco, eaque Sol ab una parte illuſtret. Ecquis crediditſet, digitos noſtrarum manuum inſtar cornu pellucere? quod tamen veriſſimum; & idem in corporibus multis obſervatur.

§. 1032. *Speculum* vocamus omne corpus, quod tali ſuperficie lævigata & vi repellente donatum eſt, ut lucem illapſam ordinate reflectat. Concipiemus in ſequentibus ſpecula ejusmodi metallica, vel quæ anteriori ſua ſuperficie lucem repercutiunt.

Tab.8. Fig. 4. §. 1033. Si lucis radius A C in ſpeculum incideret, angulus reflexionis B C O, æqualis angulo incidentiæ A C O obſervatur. (1)

§. 1034

[1] Hanc reflexionis legem, cui pene tota innititur Catoptrica, non a priori, ut dici ſolet, deductam, ſed veluti experientia & obſervatione notam hic accipit Auctor; eaque inſtar axiomatis, quemadmodum communiter ab Opticis fieri ſolet, in ſequentibus utitur. Ex pluribus vero experimentis, quibus ejuſmodi reflexionis lex liquido conſtat, en unum: Super ſpeculo plano (*Vide fig. 16. Tab. Addit.*) MN, collocetur ſemicirculus B L C, itaut centrum ejus ſit in A, & ſuperficies ad ſpeculum perpendicularis: tum ſumantur æquales arcus B E, C F, ductiſque A G, A H, ſit in G objectum, oculus vero in H. Hic obſervabit objectum G per radium a puncto A reflexum, itaut ſi punctum A tegatur, non amplius apparebit objectum. Radius ergo incidens G A, & reflexus A H cum ſpeculo M N pares angulos faciunt.

Hujus autem legis accuratam demonſtrationem ab ipſa rei natura derivatam, utut plurimum de ea a præclariſſimis Philoſophis cogitatum ſit, eorum tamen nullus, quem ſciam, exhibere hactenus potuit. Si lucis particulæ, quas ſphærica fere figura donatas evicimus *adnot.* 2. §. 35, flexibiles & elaſtica vi præditæ forent; vel ſi iis inflexibilibus, corporis tamen reflectentis ſuperficies ad lucis ictum paululum intromitti, ac ſtatim reſtitui poſſet, ejus

§. 1034. Adeoque radius BC eadem vi a puncto reflectente C redit, ac inciderat. Motus enim AC, radii incidentis, reſolvatur in AO, CO; cum mo- Tab.8. Fig. 4.

ejus legis facile redderetur ratio, ut in §. 455. Verum utrumque fingi tantum, nulla vero evidenti ratione ſtabiliri poteſt. Et primum quidem ingenti particularum lucis duritiei, earumque indiviſibilitati refragatur; alterum vero, ſi ſuperius memorata lucis atmoſphæra prope corporis ſuperficiem fingatur, intelligi facile poterit: at ſimplicis conjecturæ limites ea non prætergreditur atmoſphæra. Quod ſi Philoſophorum hac de re ratiocinia ad κρισιν revocare placeat, vix ullam rei ſpem ſupereſſe haud hæſitabis adfirmare. Spectemus potiora.

Quibuſdam pro ea ſtabilienda reflexionis lege ita ratiocinari placuit (*Vid. P. Schotti Mag. Catopt. pag.* 254., *& P. Traber Nerv. Opt. l.* 2. *c.* 2. *prop.* 2.) ſit GA (*Vid. fig.* 16. *Tab. Addit.*) radius incidens, & AH reflexus; ponaturque, ſi fieri poteſt, angulus incidentiæ GAM angulo reflexionis HAN major; mox converſo rerum ordine, poſitoque objecto in H, oculo in G, erit angulus incidentiæ HAN major angulo reflexionis GAM; qui tamen prius ponebatur minor: cumque idem ſequeretur abſurdum, ſi angulus incidentiæ minor dicatur angulo reflexionis, patet eundem incidentiæ angulum nec majorem, nec minorem eſſe angulo reflexionis, adeoque ei æqualem. At quis in hoc ratiocinio manifeſtam contineri fallaciam non videt? Poſitum primo eſt angulum incidentæ GAB majorem eſſe angulo reflexionis HAG; mox mutato ſitu ſupponitur radium HA minori angulo HAC incidentem ad oculum in G locatum reflexum iri; quod ſane qui incidentiæ angulum majorem angulo reflexionis ſtatuit, nunquam concedet.

Quidam non parvi nominis Philoſophi reflexionis legem ex eo oſtendi poſſe putant, quod natura quemadmodum in reliquis ſuis effectis, ita in luce propaganda, breviſſima, ſimpliciſſimaque incedat via. Sed radius ex dato puncto profluens, & inde ab oppoſito obice ad aliud punctum reflexus, breviſſimum conficit iter, dummodo incidentiæ & reflexionis anguli pares ſunt, uti ex § 1036 liquebit; ejuſmodi igitur eſſe debet reflexionis lex, quæ eorum angulorum æqualitatem ferat. At id pretentæ hujus demonſtrationis vim maxime infringit, quod etſi ſimpliciſſimam naturalium omnium effectuum concedamus eſſe rationem, plerumque tamen in quo ea ſita ſit ſimpliciſſima ratio haud liquet, nec certa ejus cognoſcendæ datur via, niſi a poſteriori, ipſaque naturæ effecta ſpectando. In ipſa quidem reflexione, breviſſimum eſſe ab objecto ad oculum lucis iter novimus, in eoque ſummam naturæ ſimplicitatem admiramur; at id ex eo nobis compertum eſt, quod incidentiæ & reflexionis angulos pares eſſe antea ex experientia deprehendimus.

Acute quidem, & eleganter mo-

tus A O, parallelus ſpeculo, integer maneat, erit O B = A O; radius vero impingit in C motu O C, qui ſi non permanſiſſet in reditu, non foret C O = O C, adeoque tum non eſſet angulus B C O = A C O. (1) Sed æqualitas horum angulorum obſervatur, adeoque eſt vis radii redeuntis eadem, ac incidentis.

Tab. 8. Fig. 4. §. 1035. Radius reflexus C B jacet cum A C in plano, quod eſt perpendiculare ad planum reflectens D C E.

Ducta enim A B, a radio incidente & reflexo Triangulum A C B formatur, quod eſt ſemper in plano: quia autem motus A C concipitur animo reſolutus in A O, parallelum ad D C E, & in O C perpendicularem; erit omne planum, quod per O C tranſibit, perpendiculare ad D C E.

§. 1036.

more ſuo de hac reflexionis lege commentatur Iſaac Barrov in ſuis Lectionibus Opticis. Is ſcil. lucis radium non ut ſimplicem lineam, ſed ut corpus parallelepipedum, priſmaticum, cylindricum imaginatur, utut exiliſſimæ latitudinis & profunditatis, veluti (*Vide fig. 17. Tab. Addit.*) C D A B: id vero oblique in ſpeculum L A O incidens, altero ejus termino A prius ſpeculo occurrit, quam altero termino D in idem impingat. Qua vero parte B A radius impegit, per eundem A B ob obicis difficultatem retrocedere conatur; ſed cum interim altera parte C D curſum ſuum verſus E continuare adnitatur, ex binis contrariis motibus eidem radio communicatis, termino ſcil. D per D E, & termino A per A B, rotationem quandam oriri oportet circa punctum Z medium rectæ D A, atque adeo radium C D A B ſitum *cdab* obtinere, & rectam D A in *da* pervenire. Hinc incidentiæ & reflexionis anguli, ſcil. B A O, *cd* L æquales fiunt; nam ſi æqualibus Z *d* A, Z A *d* addantur recti *cda*, B A D, æquales orientur anguli *cd* A, B A L, quorum proinde complementa ad duos rectos æqualia eſſe oportet, ſcil. angulos B A O = *cdl*. At plura ſunt, quæ in hanc ratiocinationem opponi poſſent momenta; unum tantum brevitatis ſtudio memorabimus. Quod radius ſui termino A in ſpeculum incidens retro nitatur per A B, aſſumitur quidem ſed non probatur; actio impingentis per B A in firmum obicem A tantundem valet, ac ſi per normalem K A ictus fieret; ideoque obicis renixus non per A B, ſed per A K exerceri debet.

(1) Supponatur enim vim O C evadere in reditu C *p* ipſa C O minorem; tum manente motu O B ſeu *pb*, non per C B, ſed per C *b* rediret radius, eſſetque adeo angulus reflexionis *b* C E angulo incidentiæ A C D minor.

§. 1036. Eſt via radii AC, illapſi in ſpeculum planum DE, & ab eo reflexi in CB, breviſſima. Tab. 8. Fig. 4.

Suppone enim radium in F, aut f, incidere, & repercuti ad B; erit AF†FB, vel Af†fB longior, quam AC†CB. Producatur AC in P, ut CP ſit æqualis CB; ducatur recta PB, erit AC†CB= AC†CP; angulus ECB= ECP; ergo BCF= PCF; hinc latus FB= FP. Sed AF†FP majora quam AC†CP, quæ ſunt= AC†CB. Eodem modo fB= fP. Sed Af†fP majora quam AP; ergo Af†fP majora quam AP; ergo Af†fB majora, quam AC†CB. Non eſt propoſitio univerſalis in Speculis curvis (*a*).

(*a*) Smith Optiks Rem. pag. 70.

§. 1037. Data oculi E, & objecti A poſitione, a datu ſpeculo BF, invenire punctum C; a quo radius AC illapſus, ad oculum in CE redditur.

Demittantur ex A & E perpendiculares in ſpeculum ad B & F, ducantur AF, EB, quæ ſe in D interſecant, ex D dimittatur perpendicularis DC, ductus AC, EC, erit AC illapſus, & EC reflexos. Eſt enim AB. BF:: DC. CF; & EF. BF :: DC. BC; adeoque AB×CF= BF×DC= EF×BC. ergo AB, BC:: EF, FC; & duo Triangula ABC, EFC erunt ſimilia, atque angulus ACB= ECF. Vel producatur AB in K, donec AB= BK, ductaque recta ECK, erit punctum C quæſitum. Tab. 8. Fig. 5.

§. 1038. Objecti DE, ante ſpeculum planum AB poſiti, imago LM, apparet Spectatori CH, ad eandem poſt ſpeculum diſtantiam, qua abeſt objectum a ſpeculo. 2°. Imago LM eſt ſimilis & æqualis objecto DE. 3°. Et in eodem ſitu reſpectu oculi, ac objectum. Tab. 8. Fig. 6.

Ex puncto objecti D emanant radii in totam ſpeculi ſuperficiem, quorum DF, DG cum intermediis reflexi in FC & GH, oculum ingrediuntur: veluti ex infimo puncto E objecti tantum radii EN, EO cum intermediis, poſt reflexionem delati in NC, OH ingrediuntur oculum: retroducti CF, HG concurrunt in L, & retroducti CN, HO concurrunt in M: ducatur recta DL. Eſt angulus DFA= CFB= IFL:

 adeo-

adeoque DFG = LFG: est angulus DGA = HGB = LGA: eſt latus GF = GF; adeoque Triangulum LFG = DFG. Quoniam angulus DFI = LFI, & latera LF, FI æqualia lateribus DF, FI, erit LI = DI. Ducta quoque ME, pari modo oſtendetur recta ZM = ZE: adeoque imago abeſt tantundem poſt ſpeculum, ac objectum anterius ab eo diſtat. 2°. Quia angulus DFB = LFB, & EOA = MOA, FO = FO, LF = DF, MO = EO, erit LM = DE; adeoque imago eſt æqualis objecto: & 3°. in eodem ſitu reſpectu oculi (1).

§. 1039. Idcirco Spectatori ſtanti ante ſpeculum planum, dextræ ſui corporis partes apparebunt ſiniſtræ, & contra. 2°. Tum ſi Spectator ad ſpeculum acceſſerit, vel ab eo receſſerit, imago tantundem ad ſpeculum accedere, vel ab illo videbitur recedere.

§. 1040. Si ſpeculum planum CD jacet horizonti parallelum, objectum AB ſit ad horizontem perpendiculare, id Spectatori O inverſum, uti *ba*, apparebit; nam puncta A & B objecti debent apparere poſt ſpeculum in *a* & *b*, quantum a parte anteriori abſunt a ſpeculo. Demonſtratio eadem eſt ac in §. 1038.

Tab.8. Fig.7.

§. 1041. Si ſpeculum planum CD ſit inclinatum ad horizontem ſub angulo 45 graduum, objectum verticale AB apparebit Spectatori in OH, horizontale, veluti in *ab*. Si autem objectum *ab* ſit horizonti parallelum, apparebit Spectatori in *oh*, perpendiculare ad horizontem, veluti eſt AB. Demonſtratio eſt eadem ac in §. 1038. (2)

Tab.8. Fig. 8.

§. 1042.

(1) Cum anguli ad I æquales eſſe debeant ex demonſtratis, erit recta DI ſpeculo AB normalis, diciturque idcirco DI *cathetus incidentiæ* puncti D, quemadmodum EZ *cathetus incidentiæ* puncti E. Sed puncta D, & E videntur in L & M: igitur punctorum radiantium imagines per ſpeculum planum in concurſu radiorum reflexorum cum ſuis cathetis apparent; quod etiam in ſphæricis ſive concavis, ſive convexis ſpeculis locum habet.

(2) Ponatur enim radios reflexos *q*O, *p*H retroductos concurrere in *a*; itemque reflexos *r*O, *t*H concurrere in *b*; & eodem modo ac in § 1038 demon-

§. 1042. Si vero ſpeculum vitreum KBDE fuerit poſteriori ſuperficie obductum Mercurio, hujus utraque ſuperficies lucem reflectet, adeoque punctum Tab.8. Fig. 9.
C objecti ſpectatori OR apparebit duplici imagine in A & a, una nempe A, que remotior eſt, reflexa a ſuperficie anteriori ſpeculi BE; altera a, quæ propior apparet, reddita a ſuperficie poſteriori KD, & viſa ope radiorum in exitu ex vitro refractorum, atque facientium, ut a propius oculo appareat. Optime hæc duplex imago conſpicitur, ſi candela ardens ante ſpeculum ponatur, atque oblique repercuſſos videat Spectator radios: ut & ſi vitrum craſſum fuerit. Admodum oblique intuenti ſpeculum apparebit flamma non modo gemina, ſed ſexies vel ſæpius repetita, quia nonnulli radii repercuſſi a poſteriori vitri ſuperficie ad anteriorem, exeunt quidem ex ſpeculo, alii vero minus fortes ab anteriori ſuperficie iterum ad poſteriorem repercutiuntur; horum nonnulli ad anteriorem reflexi, exeunt, imaginem aliam dant conſpiciendam, aliqui vero iterum ad poſticam ſuperficiem repercutiuntur; quæ repercuſſiones ab ambabus ſuperficiebus, & ex anteriori egreſſus, aliquoties repetuntur, donec ex anteriori ſuperficie ſpeculi tam pauci radii exeant, ut non ſatis fortes ſint ad imaginem viſibilem exhibendam.

§. 1043. Si duo ſpecula plana AB, AC ad angulum rectum BAC fuerint juncta, objectum S a ſpectatore inter Tab.8. Fig. 10.
ſpeculum AC & rectam AO, angulum rectum bifariam dividentem, poſito in X, videbitur ſemel in ſpeculo AB, bis in AC.

Ex S enim emiſſus radius SE, poſt unam reflexionem a puncto E pervenit ad oculum X; adeo-

monſtrabitur $Aq = qa$, $Ap = pa$. Eſt præterea angulus $AqC =$ angulo Cqa, $Cq = Cq$: ergo in trigonis ACq, aCq anguli ad C erunt æquales; adeoque ſinguli ſemirecti ſeu graduum 45, & integer angulus ACa rectus erit. Eodem modo rectus demonſtrabitur BCb; ideoque verticale objectum AB apparebit horizontale in ab. Similiter demonſtratur, quod ſi objectum horizontale ab oculo ob ſpectetur in ſpeculo CD, id appareat verticale in AB.

que objecti imago poſt Speculum A B videtur: verum alter radius SD reflectitur in F, a quo ad X repercutitur; ab S alter radius S M emanans, reflectitur ab M ad X; quamobrem duplex imago objecti S poſt ſpeculum A C apparebit.

§. 1044. Si bina ſpecula A B & A C angulum acutum contineant, objectum vero R in recta A R, bipartito ſecante angulum, ponatur, oculus in X, inter ſpeculum A C, & rectam A O, videbit objectum aliquoties, propter radiorum reflexionem diverſam ab uno ſpeculo in alterum. Nempe ſi angulus BAC ſit 65 graduum, oculus in X videbit objectum quinquies in ſpeculis, bis in A B, ter in A C, & dein ipſum objectum.

Tab.8. Fig. 10.

Si angulus 60 graduum, videbitur objectum & ſexies adhuc in ſpeculis.

Si angulus 50 graduum, videbitur objectum ſepties in ſpeculis. Si angulus 40 grad. videbitur novies in ſpeculis. Si angulus 36 graduum, apparebit objectum decies repetitum in ſpeculis, & ſi angulus fuerit 30. graduum, videbitur undecies in ſpeculis: & ſic porro ſæpius repetitum, quo ſpecula angulum acutiorem inter ſe comprehenderint (1).

§. 1045.

(1) Speciales qui hic recenſentur caſus, aliique innumeri ſequenti theoremate continentur omnes, quod ſcilicet. *Si duo ſpecula plana (Vid. fig. 18. Tab. Addit.) H Y, & X Z jungantur ſub angulo X, ſitque oculus O intra angulum X conſtitutus, hic objecti A intra eundem angulum poſiti. imaginem toties videt, quot catheti loca imaginum determinantes, & extra angulum Z X Y terminatæ duci poſſunt.* Ducatur ſcil. ex A ad ſpeculum X Z cathetus A B, quæ ad C producta habeat A B = A C; ex C ad ſpeculum X Y ducatur perpendicularis C D, quæ erit cathetus alter, eaque ad E uſque producatur, donec D E ipſi D C ſit æqualis; ex E ad ſpeculum Z X ſit perpendicularis, ſeu cathetus alter E F, quæ ad G uſque producatur, donec E F ipſi F G ſit æqualis; ex G ſimiliter ſit quarta cathetus G I, & ex I quinta I L, quæ demum intra angulum Y X Z terminatur, poſitis ſcil. G H = H I & I K = K L. Videbuntur ab oculo O quatuor imagines in C, in E, in G, in I. Prima quidem imago videtur ab oculo O per radium T O a ſpeculo X Z reflexum; ſecunda in E videtur per radium primo ex V ad R reflexum, tum ex R ad oculum O, ter-

§. 1045. Si duo ſpecula CB, ED fuerint ſibi parallela, inter quæ objectum A ab una parte, oculus O ab altera, videbuntur ſeries imaginum A in infinitum excurrentes. Tab. 8. Fig. 11.

Sit ducta recta K H perpendicularis ad utrumque ſpeculum. Cape DF = AD, ducatur recta FMO, ut & AM; apparebit imago objecti A in F; nam eſt angulus A M D = E M O.

Capiatur AG duplo major, quam eſt diſtantia amborum ſpeculorum, duc G P O, & B I = BA; tum P I; apparebit objectum A in G, ope repercuſſorum radiorum AN, NP, PO: nam in duobus Triangulis BNI, BNA, ſimilibus & æqualibus, eſt angulus BNI = BNA; præterea DI = DG, nam eſt A G = 2 B A + 2 A D, hinc DG = 2 B A + A D, ſed eſt D I = 2 AB + A D, ergo DG = D I; adeoque Triangulum I P D = D P G, & angulus I P D = D P G = O P E, quare O P eſt reflexus a P N, qui eſt etiam reflexus ab A N, unde imago videbitur in G.

Deinde ſumatur F H æqualis duplæ diſtantiæ ſpeculorum, ducatur recta H O, quæ ſecet E D in S,

H 4 fiat

tertia videtur in G per radium AK, ex K ad D reflexum, ex D ad S, ac demum ex S ad oculum O; ac demum quarta imago videtur in I per radium ex A in M, ex M ad N, ex N ad P, ex P ad Q, ac demum ex Q ad O; & in genere per tot reflexiones quælibet videtur imago, quot cathetis opus eſt, ut determinetur; quemadmodum vel ex ipſa ſchematis inſpectione facile quiſque ex ſe poterit demonſtrare.

Quod ſi ex A ad alterum ſpeculum X Y demittatur cathetus A*a*, factaque A *a* = *ab*; eodem, ut ante, modo, tot catheti ad utrumque ſpeculum ducantur, quot extra angulum Y X Z terminantur; videbuntur quoque oculo tot aliæ imagines, quot ſunt ejuſmodi catheti. Sed quo angulus Y X Z fuerit acutior, eo majores numero ad utrumque ſpeculum duci poſſunt catheti, quæ extra angulum terminantur; ergo quo idem angulus fuerit acutior, eo plures videri poterunt ejuſdem objecti imagines. Plura hac de re ſpecialia proſequitur Traber *in Nervo Opt. l. 2. c. 4. & 5.*; ac quiſque per ſe experiri facile poterit, ſi duo ſpecula plana ita aptari curet, ut inſtar libri ad arbitrium aperiri atque claudi poſſint.

Adnotari autem oportet in adducto ſchemate 18. *Tab. Addit.* aberratum eſſe ab hypotheſi, idque corrigendum ponendo EF = GH, GH = HI, IK = KL, & OQ, Q I, item OR, RE in directum poſitas eſſe.

fiat B L = BF, erunt duo Triangula R B L, R B F æqualia & ſimilia: unde angulus L R B = F R B. Eſt vero D L = D H, quia conſtat ex B L † B D, quibus eſt æqualis D H: hinc Triangulum L S D eſt = HSD, & angulus L S D = H S D = O S E; quare radius O S eſt reflexus ab R S, hic reflexus ab R Q, qui iterum reflexus ab A Q, adeoque videbitur objectum A in H.

Pari modo pergendum erit, tumque patet objectum A ſæpius repetitum viſum iri a ſpectatore O (1).

Tab. 8. Fig. 12. & 13. §. 1046. Ex huc uſque traditis Polemoſcopium, & aliæ Machinæ Catoptricæ intelliguntur, de quibus Dechales, Wolfius, Smith, aliique Auctores egerunt, de hiſce, cum opus eſt, conſulendi. Polemoſcopium ſequens eſt; in tubo K N D M, aperto ad A K, oblique ſpeculum A B ponitur, ipſique parallelum alterum ſpeculum C D, in E eſt canalis perforatus, cui applicatur oculus; objecta igitur externa S radius vibrant in ſpeculum A B ad F, qui ſub æquali angulo ad P, & inde ad E, repercutiuntur; ita ut oculus hic poſitus objecta S videat. Simili utcunque modo Teleſcopium reflectens eſt compoſitum.

Tab. 9. Fig. 1. §. 1047. Si radii lucis A X, C K, in ſpeculum ſphærico-convexum N K X P, paralleli ad axim ejus X B, incidant, hi reflexi a ſpeculo divergent, formaturi focum imaginarium in E, quæ eſt media diſtantia inter centrum F ſpeculi, & ejus ſuperficiem K X.

Sint duo radii A X, C K ſibi proximi, ex centro F, per punctum K incidentiæ, ducatur recta F K L, quæ

(1) Imago objecti A videtur in F, in G, in H &c. per radios ex ſpeculo E D tandem ad oculum O reflexos. Sed videri quoque poteſt ſimilis imaginum ſeries in catheto A H per radios a ſpeculo B C tandem ad oculum O reflexos. Utriuſque autem ſeriei imagines remotiores proximioribus minus diſtinctæ minuſque claræ ſunt, quod ſcil. pro remotioribus videndis imaginibus plures occurrant reflexiones, quam pro propioribus; in ſingulis vero reflexionibus lumen debilius redditur.

quæ erit cathetus (1); tum recta EKM, erit MK radius reflexus, ſi CK fuerit incidens. Nam eſt EF= EX ex hypotheſi: ſed eſt EK=EX, quia ſunt radii ſibi proximi, ergo EK=EF; hinc in Triangulo Iſoſcele angulus EKF= EFK, qui eſt æqualis CKL, ob parallelas CK, XF, & eſt MKL= EKF; ergo CKL =MKL.

§. 1048. Si radii divergentes EB, ED, in ſpeculum ſphærico-convexum BD inciderint, erit focus imaginarius in C, ſi capiatur AC, CB:: AE, EB. Tab. 9. Fig. 2.

Ex centro A per D, ducatur cathetus ADR, tum centro E, radio ED deſcribatur arcus ſecans cathetum in R, ducatur ER, per D ducatur CDN parallela ad ER, erit punctum C quæſitum: eſt enim, propter arcum BD parvum, CD=CB, & EB= ED; adeoque AC, CD:: AE, ER; ſive AC, CB:: AE, EB. Eſt vero angulus EDR incidentiæ, cui eſt in Triangulo Iſoſcele angulus ERD æqualis, huic vero ob parallelas ER, DN, eſt æqualis RDN; adeoque radii incidentis ED erit reflexus DN.

§. 1049. Quia eſt AE, EB:: AC, CB, erit componendo AE†EB, EB:: AB, CB; adeoque quo AE†EB ad EB, majorem rationem acquirit, eo etiam AB ad CB majorem rationem habebit. Quare radiante puncto E ad ſpeculum accedente, etiam focus imaginarius C propius accedet. Et poſito objecto in B, erit etiam imago in B, hoc eſt in ſuperficie ſpeculi. Tab. 9. Fig. 2.

Punctum C etiam invenitur hoc pacto: quia AE †EB, AB:: EB, CB; ſit F focus radiorum paral-

(1) Eſt enim FK perpendicularis ad peripheriam NKP, cum per ejus centrum tranſeat. Dicitur FK *cathetus obliquationis*, ut diſtinguatur a *catheto incidentiæ*, quæ eſt normalis a puncto radiante ad reflectentem ſuperficiem ducta; & a *catheto reflexionis*, quæ eſt perpendicularis a quocunque radii reflexi puncto ad eandem ſuperficiem. Hæ tres catheti in ſphæricis ſpeculis, ſive concavis; ſive convexis concurrunt in ejus ſphæræ centro, cujus ſuperficiei ſpecula partes ſunt.

rallelorum, capiendo terminorum primæ rationis dimidia, eri EF, FA::BE, BC.

§. 1050. Si autem ex puncto objecti E in ſuperficiem BDS, concipiamus plurimos illapſos radios, eoſque reflexos, hi omnes retroducantur, formabunt interſectionibus ſuis curvam C, C, C, quam omnes hi retroducti tangunt: ab hac curva videbuntur oculo, extra ſpeculum poſito, radii procedere; adeoque imago objecti E, in hac curva apparebit.

Tab. 9. Fig. 3.

Et moto objecto E circa ſpeculum, movebitur eodem modo curva C,C,C, adeoque objectum ſemper erectum apparebit.

Tab. 9. Fig. 4. Quia vero objectum, quantum videri poteſt, videtur in portione hujus curvæ C,C, apparebit imminutum; veluti in hoc ſchemate, in quo EF objectum, ex puncto E emiſſi radii EB, EG cum intermediis, à ſpeculo ad oculum DH, reflectuntur, qui retroducti videntur ex I provenire; & radii FM, FN cum intermediis a ſpeculo ad oculum reflectuntur, ac retroducti videntur emanaſſe ex puncto L; quare totum objectum EF, in IL, propius ſpeculo, imminutum, in ſitu erecto, & aliquantum diſforme conſpicitur (1).

§. 1051.

(1) Quod objectum ſpeculo convexo ſpectatum imminutum apparere debeat, vel ex eo facile liquet, quod quemadmodum in ſpeculo plano, ita etiam in curvo quovis ſive convexo, ſive concavo, cujuſvis radiantis puncti imago videri debeat in concurſu I catheti incidentiæ & radii reflexi, uti ex ſuperius poſitis facile liquet, demonſtratumque Tacqueto, *Catoptricæ l. 1. prop.* 22. Wolfio *Catoptricæ cap.* 3. *Theor.* 35. aliiſque. Sunt autem extremorum objecti punctorum E, F, catheti incidentiæ EC, FC, quæ ſcil. ex iiſdem extremis objecti punctis ad centrum convexitatis C ducuntur; ſpatio igitur ipſis EC, FC comprehenſo contineri debet objecti imago, inter objectum ſcilicet EF & convexitatis centrum C. Atqui id ſpatium coarctatur, anguſtiuſque fit verſus C; neceſſe igitur eſt, ut hoc ſpatio comprehenſa imago ſuo objecto minor appareat.

Spectari hic etiam oportet, quod cum puncti radiantis imago videri ſemper debeat in concurſu catheti incidentiæ cum ſuo radio reflexo, cumque contingere quandoque poſſit hic concurſus vel in ipſa ſpeculi ſuperficie, vel extra ſpeculum, objecti imaginem conſpici quandoque neceſſe eſt vel in ipſa ſpeculi ſuperficie, vel extra ſpe-

cu-

§. 1051. Si fuerit ſpeculum ſphærico-concavum ZBDH, in quod radii paralleli AB, ED, parum a ſe diſtantes incidant, & quorum AB tranſit per centrum ſpeculi, hi reflexi in puncto C, medio inter centrum ſpeculi A, ejuſque ſuperficiem ZBD, concurrent. Tab. 9. Fig. 5.

Nam radius AB perpendiculariter illapſus in B, redit eadem via: ex centro ſpeculi A ducatur cathetus AD, erit radii ED angulus incidentiæ EDA, cui debet eſſe æqualis angulus reflexionis CDA. Quia BD arcus exiguus, erit CB = CD = CA: quare ACD eſt Triangulum Iſoſceles; cumque angulus CAD = EDA, erit CDA = EDA: ergo punctum C erit focus, vel concurſus radiorum.

Si autem radius GH magis ab axe AB diſtiterit, ductoque catheto AH, erit CH notabiliter major, quam CB; ergo angulus CHA minor, quam CAH; adeoque radio GH incidentiæ, non erit reflexus HC, ſed radium AB inter C & B ſecabit: quare hujuſmodi radii magis diſtantes ab axe AB, circellum formabunt ſupra planum, quod eſſet perpendiculare ad axim AB in C. Hic circellus videtur omnino formari a radiis Solis in ſuperficiem ſpeculi illapſis, vocaturque focus (1).

§. 1052.

culum. Extra quidem ſpeculum videbitur objecti imago, cum angulus qui in centro ſpeculi fit a catheto incidentiæ, & catheto obliquationis, major fuerit duplo anguli incidentiæ ſeu anguli ex radio incidenti tacti cum tangente ad id incidentiæ punctum ſpectante. Quod ſi anguli incidentiæ duplus fuerit, qui fit a cathetis incidentiæ & obliquationis, tum in ipſa ſpeculi ſuperficie objecti imago apparebit. Quod ſi denique idem angulus qui a cathetis fit duplo incidentiæ angulo minor fuerit, objecti imago intra ſpeculum ſemper videbitur. Hæc tantum indicaſſe nobis ſufficiat, quorum demonſtrationem vide ſis in Wolfii Catoptrica *c.* 3. *Theor.* 41. 42. 43.

(1) Radiorum itaque parallelorum vires per reflexionem a ſpeculo concavo-ſphærico valde intenduntur prope punctum C, circa quod iidem radii maxime condenſantur: hinc haud mirum eſſe debet ſi inflammabilia quæque ibi accendantur, & liquabilia liqueſiant. De Tſchirnhauſiani ſpeculi omnium celebratiſſimi viribus uſtoriis ſequentia, quæ in Actis Eruditorum Lip. A. 1687 Menſis Jan. me-

Tab. 9. Fig. 5. §. 1052. Si in puncto C, medio inter centrum ſpeculi A, ejuſque ſuperficiem B ponatur radians, hujus lux in lineis parallelis DE, HG, reflecteretur, propter æqualitatem inrer angulos incidentiæ & re-

memorantur, admirationis plurimum habent. 1. *Admotum foco ſpeculi lignum momento flammam concipit, quam ne ventus puidem valentior facile extinguat.* 2. *Aqua intra vaſculum figulinum ei applicatum extemplo effervefcit, ut ova injecta ſtatim fiant edulia; retento ibidem parumper vaſculo, aqua omnis evaporat.* 3. *Maſſa ſtanni plumbive, tres pollices craſſa, ſimul ac foco admovetur, guttatim liqueſcere pauloque ibi detenta continuo fluere incipit, donec ſpatio 2 aut 3 minutorum plane perterebretur.* 4. *Lamina ferrea aut Chalybea Foco admota, in averſa a ſpeculo ſuperficie, qua parte focum contingit, illico candeſcere conſpicitur, pauloque poſt in foramina dehiſcit; quorum tria intra ſex minuta boraria lamine ingeſta.* 5. *Cuprum, Argentum &c. foco admoto colliqueſcunt.* 6. *Quæ liquefactioni obnoxia non ſunt, ut lapides, lateres &c. brevi inſtar ferri igniti candefiunt.* 7. *Ardoſia e veſtigio candeſcit, & intra pauca minuta in vitrum nigrum non inelegans tranſmutatur; cujus ſi pars aliqua candeſcens forcipula prehenſa detrabatur, in fila vitrea ſimul diducitur.* 8. *Tegulæ intenſiſſimum ignis æſtum alias perpeſſæ exigui temporis lapſu in vitrum flavum deliqueſcunt: quemadmodum &* 9. *teſtæ ex ollis non ſolum probe percoctis, ſed multo etiam ignis admoti uſu duratis, in vitrum nigroflavum.* 10. *Pumex montium, ut vocant, in officinis gnivomorum uſtus ſolari hoc igne in vitrum candidum & pellucidum funditur.* 11. *Crucibuli ſolidiſſimi pars foco expoſita intra 8 minuta in vitrum conflata eſt.* 12. *Oſſa in vitrum aliquod opacum, & gleba ex terræ exciſa in flavum, aut ſubinde nigrum mutatur.*

Archimedis & Procli ſpecula maxime veteribus celebrantur, quod ſcilicet Archimedes Romanorum claſſes prope Syracuſas, ejuſmodi uſtoriis ſpeculis combuſſerit, Proclus vero Vitaliani naves prope Byzantium. At quin reapſe id ſphæricis uſtoriis ſpeculis præſtitum fuerit non leve eſt Viris Cl: dubium: ejuſmodi enim ſpeculorum focus quarta diametri parte ab ipſo ſpeculo diſtat; cumque obſervante Kirchero Syracuſas tranſeunte, Romanorum naves ad diſtantiam 30 paſſuum combuſtæ ab Archimede fuerint, neceſſe omnino eſt, ut ejus ſpeculi diameter 120 paſſus ad minimum habuerit; quod ſane ulla humana arte laborari poſſe non facile crediderim. Accedit eodem quod intelligi nulla ratione poſſit, qui Romanorum claſſes ad ejuſmodi ſpeculi focum, ſeu inter ſpeculum & Solem mediæ eſſe potuerint. Qua vero ratione navium combuſtionem vel Archimedes, vel Proclus parabolicorum ſpeculorum medio obtinere Potuerit a nobis declaratum eſt in Schol. 2. cap. 2. Sect. Conic., quas ad calcem Elementorum Geometriæ P. Tacquet nuper hic cuſorum, adjecimus.

Digitized by Google

& reflexionis. Hinc uſus horum ſpeculorum eſt magnus ad lucem in longiſſimum intervallum projiciendam. (1)

§. 1053. Si objectum radians in centro A ſpeculi ponatur, omnes radii in ſpeculum illabuntur perpendiculariter, adeoque ad centrum A redibunt; proinde ſi oculus fuerit in A poſitus, omnes radios, a quolibet ſui puncto emiſſos, recipiet; adeoque confuſe imaginem ſui per totum ſpeculum diffuſam videbit.

§. 1054. Si objectum E radians ponatur ultra ſpeculi centrum A, & in ſpeculum radii divergentes EB, ED, ſibi propinqui incidant, erit concurſus radiorum in C, & diſtantia ejus CB a ſpeculo, ad CA, diſtantiam ab hujus centro, veluti eſt BE, diſtantia objecti a ſpeculo, ad EA, diſtantiam objecti a centro. Tab. 9. Fig. 6.

Cum BD ſit arcus exiguus, erit EB = ED, & CB = CD: quia autem ponitur CB, CA :: BE, EA; erit CD, CA :: ED, EA, ſive CD, ED :: CA, EA; adeoque per 2. l. 6. Elem. erit angulus CDA = EDA. Sed EDA eſt angulus incidentiæ, adeoque CDA erit reflexionis.

Quia BE, EA :: CB, CA, erit componendo BE + EA, EA :: CB + CA, CA, permutando BE + EA, AB :: EA, CA; & prioris rationis capiendo partes dimidias, (poſito I foco radiorum parallelorum) erit EI, BI :: EA, AC. Eſt hæc regula eadem ac in §. 1049. data fuit, & hinc univerſalis.

Quare punctum C erit focus radiorum emanantium ex E, in hoc foco poſitus oculus pari modo objectum, ac in §. 1053. videt.

Ex

(1) Verum id eſt de radiis, qui in puncta ſpeculi ZBH incidunt, non multum a puncto B remota, itaut radii incidentes veluti CB, CD pro æqualibus haberi poſſint: finge enim punctum H paulo a B remotius, jam erit CH major CB ſeu CA, adeoque angulus incidentiæ CHA minor angulo CAH, ſeu ducta HG ipſi BA parallela, minor angulo AHG; igitur radius reflexus non per HG incedet, ſed ad AB paulo inclinatus.

Ex hoc foco C radii exeunt divergentes, veluti CG, CH; quamobrem oculus poſitus in GH, obiectum E, quaſi in C, & inverſum videbit.

Si autem objectum radians fuerit poſitum in C, radii eius a ſpeculo reflexi concurrent in E, quare ibidem in Aere obiectum repræſentabitur, quod ab oculo, ultra E poſito, videbitur in E, & inverſum.

Tab. 9. Fig. 7. §. 1055. Si obiectum E intra quartam partem diametri ſphæræ ponatur, e qua formatum eſt ſpeculum, erit diſtantia CB foci imaginarii a ſpeculo, ad diſtantiam CA huius foci a centro ſpeculi, uti diſtantia BE objecti a ſpeculo, ad diſtantiam EA objecti a centro ſpeculi.

Radius ED incidat, ducatur cathetus AD, & ER parallela ad CDN: erit propter BD, arcum exiguum, EB=ED; & CB=CD.

In duobus Triangulis AER, ACD ſimilibus, eſt AE, ER :: AC, CD. Supponantur poſita AE, EB :: AC, CB; quia CB=CD, erit AE: EB :: AE: ER; ergo EB=ER=ED, hinc ERD eſt Triangulum Iſoſceles. Eſt vero angulus ERD = ADN; ergo angulus EDR incidentiæ = ADN reflexionis, & punctum C eſt focus imaginarius.

Quia CB, CA :: BE, EA, erit componendo CB + CA, CA :: BE + EA, EA, & permutando CB + CA, BE + EA :: CA, EA, & capiendo prioris rationis dimidium, (poſito foco radiorum parallelorum in I) erit CI, IA :: CA, EA.

Tab. 9. Fig. 8. §. 1056. Si objectum EF in loco §. 1055. à ſpeculo AC ponatur, atque oculus in eadem, minori, majorive diſtantia a ſpeculo fuerit, hic objectum EF in loco determinato in §. 1055. ſemper videbit, ſive poſt ſpeculum in HM, amplificatum, erectumque. Ductis enim ex centro ſpeculi P rectis, objectum EF ſtringentibus, ad locum inventum poſt ſpeculum, uti PEH, PEM, eadem imago HM ope radiorum EBD, EBH; FOD, FCH, ſpecta-

ctabitur (1).

Omnia phænomena, quæ hujuſmodi ſpeculum ſpectanda præbet, commemorare & demonſtrare, inſtituti ratio non permittit. Fuerunt hæc ſpecula antiquis nota, uti patet ex Seneca (*a*).

(*a*) Quæſti. Nat. Lib. 1. Cap. 16.

§. 1057. Speculum cylindrico-convexum concipi poteſt conſtare ex portionibus circulorum æqualium, ſibi in directum impoſitis, ita ut recta omnium centra jungat: quamobrem ejus ſectio perpendicularis ad axim, à ſectione ſphæræ, tranſeunte per centrum, non differet: proinde hic nonnulla, quæ de ſpeculo ſphærico-convexo tradidimus, convenient; ſive hac ratione objecta minora, poſt ſpeculum, & erecta, apparebunt. Verum quatenus ſectio Cylindri parallela eſt ad axim, eſt veluti ſectio plani ſpeculi; quamobrem phænomena ſpeculi cylindrici erunt hac ratione etiam conſideranda: Objecta proinde, ratione priori, imminuta, ſive contracta apparebunt, non ratione poſteriori; atque in aliis locis poſt ſpeculum, hinc magis difformia videbuntur.

Poſſunt tamen imagines difformes depingi, quæ ope ſpeculi hujus inſpectæ, iterum apparebunt regulares: quomodo autem hæ depingendæ ſunt, optime tradidit Autor Anonymus Gallus (*b*), qui ex profeſſo plurima ſpeculorum genera explicuit.

(*b*) La perſpective prat. par un religieux de la Cõpagnie de Jeſus.

§. 1058.

(1) Amplificatum quidem in ejuſmodi ſpeculo videri debet objectum; ejus enim extrema puncta veluti E, F cum videri oporteat in H & M, ubi ſcil. radii reflexi BH, CH, cum cathetis PH, PM concurrunt, ſintque ejuſmodi puncta H & M a centro P remotiora, quam ipſa objecti extrema E, F, omnino conſequitur ut ipſa objecti imago HM ſuo objecto EF major appareat.

Sed contingere quandoque poteſt, ut radii reflexi retroducti nunquam cum ſuis cathetis incidentiæ concurrant. Veluti ſi objectum fuerit AB (*Vid. fig. 19. Tab. Addit.*) a ſpeculo KPL remotius, quam ejus centrum C, idque intueatur oculus O inter centrum C & ipſum ſpeculum poſitus. Radii ab extremis objecti punctis A & B ad ſpeculum incidentes, & tum reflexi, ſunt AGO, BPO; ſed GO, OP retroacti nunquam cum cathetis AL, BK concurrunt. Nil ergo hoc in caſu datur, præter merum præjudicium, quo oculus imaginis diſtantiam ſentiat, eodemque modo afficitur, ac ſi radii ex infinita diſtantia ad oculum veniſſent.

§. 1058. Speculum cylindrico-concavum poteſt conſiderari, ut compoſitum ex meris æqualibus circulis, ſibi impoſitis; adeoque phænomena ſimilia exhibebit, ac de ſpeculo ſphærico-concavo memoravimus; in eo nempe objecta amplificata, erecta, inverſa, atque in variis locis videbuntur. Quatenus autem ejus ſectio altero modo foret recta, veluti ſpeculi plani, erunt hac ratione phænomena, uti a ſpeculo plano: quamobrem objectorum admodum difformes imagines conſpicientur.

Tab. 9. Fig. 9. §. 1059. Imprimis admiranda phænomena exhibent ſpecula Pyramidalia & Conica, evolventia quaſi intricatiſſimas & difformes imagines. Sit ejuſmodi ſpeculum A B C, objectum difforme undique id ambiens, veluti pars repræſentatur in C G, & oculus in O; adeoque radius a puncto objecti D emanans, reflexus a ſpeculo in P, fertur ad O, atque ex I videtur provenire: ita radius puncti E, reflexus a ſpeculi puncto S ad O, videtur in k: radius F V rediens a ſpeculo videtur in *m*, & radius G B in *n*. Adeoque exteriora objecti videbuntur imaginis interiores partes conſtituere, & interiora objecti imaginis extrema efficient.

Tab. 9. Fig. 10. §. 1060. Ope ſpeculi pyramidalis poſiti in quadrato X, partes objecti pictæ in Triangulis A, B, C, D, a ſe ſeparatæ, in continuam imaginem cohærere videntur.

Tab. 9. Fig. 11. §. 1061. Nec minus ſtupenda ſunt, quæ ſpeculum priſmaticum A B C D E exhibet. Cum enim objecti partes diſciſſæ inter S A R B, tum MBLC, N C O D, Q E P D habeantur, videntur hæ oculo poſito in F, objecti imaginem integram conſtituere.

Tab. 9. Fig. 12. §. 1062. Ex doctrina præmiſſa facile Machinæ diverſæ, partim Dioptricæ, partim Catoptricæ intelliguntur, inter quas eſt *Camera obſcura portatilis*. Sit enim A B objectum, & C D Lens convexa ſphærica, radii ab objecto A B in Lentem emiſſi, refractique, coeunt in G E, imaginem pingentes; quamobrem ſi ibi planum aliquod, veluti charta, aut ſpeculum vitreum ſemipolitum ab una parte, politum

ab

ab altera fuerit, apparebit ſpectatori S, objectum ſupra E G depictum, ſed inverſa. Cum autem objectum malumus videre erectum, ponatur ſpeculum H K planum ſub angulo ſemirecto ad baſim Machinæ; hoc radios per lentem tranſmiſſos reflectet, ut imago objecti pingatur in N M; quare vitrum ſemipolitum hic poſitum, imaginem excipiet, quæ a ſpectatore P videbitur erecta.

§. 1063. Jucundiſſima quoque ſpectacula repræſentat *Lanterna Megalographica*, ab aliis *Lucerna Magica* appellata, a Kirchero inventa & deſcripta, ab aliis deinde emandata: in qua C flamma candelæ vel lampadis, radians fere in centro ſpeculi ſphærico-concavi A B, hoc lucem ad lentem D D repercutit, quæ idcirco lucem ex anteriori & poſteriori facie flammæ recipit, eamque refringendo diſponit, ut omnis in imaginem ſuper vitro pictam E E, quam repræſentare animus eſt, cadat. Lux ex quolibet puncto imaginis E E emiſſa divergens, illapſaque in lentem converam G G, refringitur; ut evadat convergens, ita illapſa in alteram lentem H H, ab hujus refractione redditur magis convergens; cumque radii ſe interſecant in L & K, imago ſupra album planum K L inverſa, & admodum amplificata pingitur. Tab. 10. Fig. 1. 4. 5. 6. 7. 8.

Loco flammæ C optimo cum ſucceſſu Kircherus Sole uſus fuit, nec tum lens D D eſt neceſſaria; & quia non ſemper radios a Sole directe emiſſos in picturam E E quocunque dici tempore excipere licet, loco D D ponitur charta, Oleo Terebinthinæ uncta, per quam raddi Solis tranſmiſſi, picturam E E æquabiliter illuminant.

§. 1064. In ſuperioribus §. 1023. Teleſcopii Catadioptrici Nevvtoniani mentionem feci: id parum a Nob. Hadleyo emendatum, præſtantiſſimum eſt inventum, cum exiguæ ſit longitudinis, & remotiſſima objecta repræſentet maxima, diſtinctiſſima, clariſſima, ita ut id, quod pedem longum, idem ac Dioptricum 12 vel 14 pedum efficiat; imo quod ſex vel ſeptem pedum eſt, non minus, quam dioptricum 100 pedum præſtet. Eſt A B C D tubus am- Tab. 10. Fig. 2. 3.

plus, in cujus fundo BC ſpeculum Metallicum ſphærico concavum GH ponitur, radii ab objecto remoto P R emiſſi, E G, F H ſeſe alicubi interſecant, adeo ut E G, *e g*, a parte inferiori objecti, & *f h*, F H a parte ſuperiori objecti adveniant: hi ingreſſi tubum, a parte anteriori patulum, & illapſi in ſpeculum G H, repercutiuntur convergentes, concurſurique in *m n*, imaginem hic depicturi; ſed antequam hoc efficiant, dimittuntur in K K exiguum metallicum planum ſpeculum, aquo repercutiuntur ad foramen laterale L, ſeſe interſecantes in *q* S, ibique imaginem *q* S pingentes. Ponitur vero in foramine L lens ſphærico convexa, cujus focus eſt in S; hæc radios refringit, ut qui ab uno puncto objecti emanaverint, paralleli evadant, qui autem ab extremis objecti punctis emiſſi ſunt, ad ſe convergentes ingrediantur oculum O, qui imaginem S *q*, tanquam objectum, per Microſcopium L contemplatur: quamobrem objectum amplificatum, inverſum, clariſſimum, diſtinctiſſimumque apparebit. Amplificatum autem videtur reſpectu ſimplicis conſpectus, veluti eſt longitudo foci ſpeculi, ad longitudinem foci Lentis, ſive uti A I ad I L.

Tab. 10. Fig. 8. §. 1065. De Teleſcopiis Catadioptricis egit quoque Jacobus Gregorius, atque in Optica promota ad Propoſ. 59. addidit Epilogum, in quo tractans de Teleſcopiis triplicis generis, Dioptricis, Catoptricis, & Catadioptricis, de his inquit: *Hoc tertium genus aureum nulla habet incommada; & omnes priorum generum proprietates habere poteſt, ſi lentes & ſpecula rite diſponantur*: fatetur tamen Auctor, irrito ſucceſſu hæc Teleſcopia tentata fuiſſe, ſed Cl. Hadlejus Anno 1726. ea levi mutatione perfecit: Eſt TYMZSSNYT canalis, in quo ſpeculum metallicum ſphærico-concavum L *l d* D, ad X perforatum ponitur: anter tus in EF eſt ſpeculum ſphærico-concavum minus, brachio mobili R T affixum: ſit objectum remotum A B, e cujus ſupremo A radii *c d*, C D emanant, veluti e parte B radii *i l*, I L. Hi antequam ingrediantur canalem, ſe ſecant: radii illapſi in ſpeculum

Tab. 11. Fig. 1.

lum L D concurrunt in foco K H, hic imagiuem inverſam pingentes; ulterius procurrunt, incidúntque in ſpeculum E F, cujus focus foret in f; ab hoc repercuſſi concurrerent prope S S, alteram imaginem picturi erectam; ſed ponitur Lens M N, refractione efficiens, ut citius coëant in P V, ibidemque imaginem exhibeant, quæ per Meniſcum SS in O ſpectatur amplificata & erecta: magnitudo objecti per Teleſcopium viſa eſt ad eam nudo oculo apparentem, uti angulus T O S, ad angulum b C A: Externum apparatum hujus Teleſcopii exhibet Tab. 11. Fig. 2. (1). Tab. 11. Fig. 11.

Ita pauca, & quæ fundamenta prima Opticæ ſunt, delibavimus: præſtantiora & magis ſublimia inveniri poſſunt apud Dechales in mundo Mathematico, Barrovium in Lectionibus Opticis, Hugenium in operibus poſthumis, Jacobum Gregorium in Optica promota, Davidem Gregorium in Elementis Dioptricæ & Catoptricæ, Molyneux in Dioptrica nova, Newtonum in Lectionibus Opticis, & in Optica: ſed imprimis apud R. Smith, in Compleat ſyſtem os Optiks, qui palmam omnibus eripuit.

I 2 CAP.

(1) Eidem Newtono acceptum quoque referri debet Microſcopium reflectens ſeu catodioptricum, cujus ſpecimen traditum eſt in Philoſophicis Tranſactionibus n. 80. Id vero eſt hujuſmodi. Prope focum ſpeculi concavi A B collocetur exiguum objectum C (*Vid. fig.* 20. *Tab. Addit.*) itaut ejus imago objecto major formetur in D. Jungatur ſpeculo lenticula utrinque convexa E F, ut imago D ſit in ejus foco. Videbit oculus imaginem inverſam, multo majorem, atque diſtincte; ideoque objectum magis auctum apparebit, quam per lenticulam ſolam.

CAP. XXXVI.

De Aëre.

§. 1066. Terrarum orbem undique circumfundit Aër, fluidus, inviſibilis, intactilis, pellucidus, elaſticus, ſonorus. Antiquis *Spiritus* appellatus propter ſubtilitatem, quamvis ſit corporeus. Terram hac animabili ſpirabilique natura circumfuſam eſſe patet, quia ubicunque homines fuerunt, Aërem inſpirarunt & reddiderunt, in eo ſuſpenſas obſervarunt nubes, tum mare, per ſe languidum & jacens, ab eodem incitari, reſiſtere quoque ipſum corporibus quibuſcunque motis. Quæ omnia præſtare non poſſet, niſi Aër corpus foret.

§. 1067. Omnis Aër Terram amplexus, ſimul cum univerſis in ipſo natantibus corporibus, *Atmoſphæra Terreſtris* vocatur.

§. 1068. Quæ componitur ex Vaporibus, Exhalationibus, ſive partibus ſubtiliſſimis, volatilibus, omnium corporum terreſtrium, æque Firmorum, ac Fluidorum, ut & ex igne, ſive Solis, Aſtrorum, incenſorum terreſtrium corporum, ſive ſubterraneo ſurſum erumpente & adſcendente.

§. 1069. Id tamen, quod proprie Aër eſt, eſt Fluidum ſui generis, a vaporibus & exhalationibus diſtinctum, & cognoſcendum ex propriis characteribus, etiamſi nunc cunctorum terreſtrium corporum particulis inquinatum ſit. Nam 1o. Aër metallicis vitreiſve vaſis incluſus, idem & immutatus ſemper perſtat: ita autem vapores comparati non ſunt, quia ſimulac hi frigent, elaſticitatem perdunt, ad latera vaſorum applicantur, defluunt, in maſſam redeunt, ita ut vaſa, quæ antea hoc elaſtico vapore pleniſſima fuerant, deprehendantur deinde quaſi vacua. Exhalationes quoque reliquorum corporum ſucceſſu temporis quaſi pereunt, cum partes, amiſſa elaſticitate, conjunguntur, fluidamque conſtituunt maſſam, veluti pluribus experimentis Boyleanis (*a*), in Aëre fa-

[a] Continuat. Exp. Phyſ.

factitio ex uvis, paſta farinæ, carnibus, aliiſque rebus, tum & ex Haleſianis nonnullis (*a*) conſtitit.

2°. In pabulis ignem terreſtrum conſervandi Aër facultatem habet: contra Vapores & Exhalationes ignem citiſſime extinguunt, flammam vividiſſimam: tum fulgorem prunarum, ut & ferri cadentis ſuffocant, veluti præſtantiſſimus Hallevus obſervavit, & in Aëre generato ex Antimonio & affuſo Spiritu Nitri, Cl. Haleſius (*b*). Hinc in antro Italiæ Canino, & in lapicidina Pyrmontana faces ardentes prope ſolum, etiamſi id ſpiritus ſulphureos exſpiret, detentæ, extemplo extinguuntur, notante Miſſo (*c*) & Seippione (*d*). Vinum fermentans gas ſylvevre ex dolii gula ejaculatum, ardentem extinguet candelam (*e*).

3°. Aër ab Animalibus inſpiratus eſt productæ vitæ & ſanitatis quaſi cauſa, cum in vacuo fere omnia animalia illico pereunt: Sed reſpirationi & vitæ animalium admodum noxii ſunt quilibet vapores atque exhalationes, ut hoſce non homini ducere, non feræ tutum ſit; imo illis vix venenum magis lethiferum datur. Id de Sulphuris incenſi exhalationibus liquido conſtat, hinc in antro Canino & lapicidina pyrmontana, tum in puteo effoſſo in Inſula Vecti (*f*), Spiritus Sulphureus, qui ex Solo exhalatur, cauſſa eſt, ut de animalibus cito actum ſit: interimunt animalia illico (*g*) candefacti æris exhalationes, ut & illæ, quas carbones lignei ardentes, prunæ coſpitum Hollandicorum, Spiritus Vini ardens, Oleum Terebinthinæ incenſum (*h*), Lignum Quernum viride ardens exſpirant, idemque facit Vini aut Cereviſæ fermentantis vapor (*i*); quoties non ſunt lethales foſſoribus in cryptis novæ erumpentes exhalationes? aut in antiquis puteis Aër diu ſtagnantibus vaporibus inquinatus.

4°. Eſt Aëris intenſio ſive elaſticitas in determinata & conſtanti proportione, nempe ut denſitas, occupatque ſpatia, quæ ſunt in ratione inverſa ponderum comprimentum; ſed Vapores & exhalationes, paucis exceptis, ita ſe non habent; obſervavi enim

[a] Vegetable Statics Exper. 83. & in Hæmaſti Append. Exper. 2.

(b) Hæmaſtatic. Append. Exp. 2. pag. 215.

[c] Itinerar. Italico.

[d] Philoſop. Tranſ. 418.

[e] Neuman de Vino p. 365.

[f] Philoſ. Tranſ. N. 450.

[g] Hauksbee Phyſic. Mech. Exp. Append. Exp. xr.

[h] Hales Vegetable Staticks p. 170.

[i] Camerarius in Epiſt. Taur. p. 31. Neuman de Cereviſ. p. 280.

enim Vapores elaſticos ex paſta, a vi duplo majori comprimente, fuiſſe in ſpatium quadruplo minus redactos: in Aqua Cl. s'Graveſandius bullam conſpexit, quæ, elaſticitate Aëris tantum trecenties imminuta, in volumen 15000 majus expanſa erat (*a*). Fateor tamen Exhalationes elaſticas conſtantes, & ejusdem condenſabilitatis cum Aëre dari, quales ſex annorum ſpatio a ſe conſervatas, & æqualis cum Aëre elaſticitatis Cl. Haleſius deſcripſit (*b*). Verum ejuſmodi exhalationes ſunt rariores.

(*a*) Inſtit. Phyloſ. §. 655.

[*b*] Hæmaſtatic. Append. p. 310.

5°. Si quoque Aër non eſſet aliquod Fluidum, diverſum ab exhalationibus & vaporibus, cur manet, poſtquam tonuit & pluit? tum enim incenduntur exhalationes, quæ ſimul cum vaporibus in Terram ſub forma pluviæ decidunt; ſed obſervatur Aër modo purificatus, poſtquam pluit; adeoque eſt Aër aliquid ab exhalatis corporibus diſtinctum, poſt creatum a Deo ſimul cum Terra, quod illico eſſe potuit ſuo pondere, & reliquis proprietatibus cauſa vegetationis Plantarum, ut & Animalium vitæ, ſimulac creabantur. Aër igitur ex aqua, in vaporem converſa, non progignitur, ſecundum Philoſophorum nonnullorum opinionem (*c*).

[*c*] Cicero de Nat. Deor. Seneca Qu. Nat. Voſſius de motu Maris Cap. 20.

§. 1070. Aër in aliqua notabili copia collectus, huc uſque obſervatus fuit ſemper manſiſſe fluidus; neque diuturna mora in vaſis; neque intenſo frigore naturali in locis Boreis; nec ſummo attificiali frigore ope Spiritus Nitri & Glaciei; neque compreſſionibus in maſſam firmam reduci potuit. Eſt ejus fluiditas magna, quia particulæ ſunt admodum raræ, ſphæricæ, mobiliſſimæ, parum ponderoſæ, nec ſe magna vi trahunt, adeoque facile a ſe removeri poſſunt.

§. 1071. Non exiguam Aër gravitatem poſſidet, nec ſibi libere commiſſus a centro Terræ unquam recedit, quemadmodum levia, ex Principio levitatis, ab Ariſtotelicis agi dicebantur: ipſe Ariſtoteles Aëri pondus adſcripſerat (1); quod Galilæus incepit pro-

[1] Scilicet l. 4. de Cœlo c. ubi hæc habet ετι ω τη χωρ χωρα

probare, confirmavit Torricellius, & Merſennus, nunc vero plurimis experimentis demonſtratur. 1°. Si ex recipiente Aër auferatur, in id, ſuperiori parte apertum, illico Aër ruit, per aperturam deſcendit, vas implet: ſi Aër levis foret, deſcenſus hic contingere non poſſet.

2°. Aër vi ingenti corpora, quibus incumbit, deprimit, ideo ſi orbis vitreus vel plumbeus planus, tenuis, imponatur recipienti, ex quo Aër exantliatur; a pondere incumbentis Aëris in recipiens premitur, frangiturque.

3°. Vaſa ſphærica vel fornicata, tabulæ Antliæ Pneumaticæ impoſita, educto interno Aëre, ad tabulam ab extrinſecus incumbentis Aëris pondere apprimuntur.

4°. Hemiſphæria cuprea, cava, ſibi impoſita, orbata interno Aëre, ad ſe ab externo valde apprimuntur, ita ut non niſi vi magna divelli queant.

5°. Verum quam clariſſime, Aërem eſſe gravem demonſtramus, ejus pondus ad ſtateram exhibendo; ponderetur enim phiala Aëris plena, hæc Aëre vacua multo eſt levior; admiſſo Aëre, gravior iterum deprehenditur (1). Attamen oriri poſſet ſuſpicio, an non omne pondus Aëris ab admixtis vaporibus &.exhalationibus pendeat (2)? ponderis partem ab

 iis

χωρα παντα βαρος εχει πλην πυρος, και ο αηρ, hoc eſt, *in ſuo loco omnia* (Elementa) *pondus habent, excepto igne, etiam aer:* aeris vero pondus ex eo conſtare adfirmat *οτι ελκει πλειον ο πεφυσημενος ασκος του κενου*, ſcilicet, *quod inflatus uter plus trahat* (bilancem) *quam vacuus.*

(1) Quod ſi ope ſyringis in phiala aer comprimatur, quemadmodum a Galilæo factum, multo gravior illa ad ſtateram deprehendetur, ejuſque pondus pro majori intromiſſi, compreſſique aeris quantitate, auctum ſemper obſervabitur; quod non exiguam argumento vim addit.

(2) Clariſſimi Boerhavii hæc eſt ſuſpicio, puro ſcilicet aeri, ſeu etherogeneis omnibus particulis defæcato pondus ineſſe nullum. En ejus verba *Chæm. part. 2. de Aere: Si ergo ex data portione aeris foret ſeparatum quam accuratiſſime omne illud vere ponderoſum, quod demonſtratum fuit naturaliter in eo eſſe ex omni corporum genere, quantum putabitis ſupereſſe ponderis in illa mole aeris pro parte ejuſdem vere elaſtica? utique perſpicitis, niſi valde erro, illud futurum quam minimum. Si conjecturæ locus ex tot experimentis, forte nullum erit .... quare cogitavi*

ſis pendere eſt quam certiſſimum ; ſi enim tempeſtate humida Aër per ſicciſſimos cineres clavellatos in vas vacuum, ſed prius una cum Aëre ponderatum , tranſeat, nequidem pondus dimidium habet , quod Aër ante eductus : verum cœlo ſudo ſi id fiat experimentum , ejusdem ponderis eſt Aër , qui per Salem Alcalinum tranſiit , ac qui ante eductus erat . Si autem Aër purus gravis non foret , quomodo in ipſo nubes natare aut ſuſpenſæ hærere poſſent ? hæ quippe graves , a nullo ſuſtentatæ pondere, deorſum ruerent .

§. 1072. Gravitas Aëris ſpecifica comparata cum Aqua , obſervata fuit nonnunquam uti 1 ad 800. Non tamen eſt hoc conſtantis veritatis, quippe quotidie Aëris pondus mutatur , pro diverſa puritate , denſitate , & calore : videtur in Europæ nonnullis locis comprehendi pondus ſpecificum reſpectu aquæ intra limites , qui ſunt uti 1 ad *606* , & inde uſque ad 1000. (1)

§.1073.

tavi ſæpe , numquid Deus ignem & aera pure elaſticum ambo crediverit non gravia , ad nullum certum punctum tendentia , ſed per totum univerſum cunctaque mundi ſyſtemata æquabiliter diſtributa . At præter quam , uti noſtro Auctori eſt obſervatum , intelligi nullo modo poſſet , qui in ejuſmodi medio omni gravitate deſtituto , vapores , ceteraque innumera gravium corpuſculorum genera , ſuſtineri valeant ; nullum eſt Viro Clariſſimo argumentum , quo ab univerſali corporum gravitate aerem & ignem excepta eſſe probet . Potior quidem Atmoſphæræ ponderis pars admixtis in ea variis corpuſculis debetur ; at non omnis , aliquam puro aeri etiam concedendam univerſalis naturæ lex clamat .

[1] Pluribus ſane experimentis , quæ inter aeris & aquæ pondera intercedit proportio , detegi facile poteſt ; de quibus vide ſis Carolum Renaldinum *de reſolut, & compoſit. Math.* p. 178 , 179 . Id vero magis obvium eſt , quod fit ope vaſis cujuſpiam vitrei , aut metallici , ex quo commode educi aer poſſit. Hujuſmodi enim vaſis pondus ab bilancem exactam primum exploretur , cum ſcil. aere ejuſdem cum ambiente externo denſitatis repletur . Tum educto aere , denuo pondus ad bilancem expendatur . Id inventum a priori pondere ſubducatur ; quod enim reliquum eſt , educti aeris pondus indicabit . Qua quidem ratione primum Otto de Guericke (*Experim. de Vacuo l. 3. c. 21.*) deprehendit pondus aeris ad aquæ ejuſdem voluminis pondus eſſe , ut 1 ad 970 , Boylius *in experim. nov. phyſico-mechan.* , ut 1 ad 938 ; ac demum Hallejus , ut 1 ad 800.

§. 1073. Quantum Atmoſphæra in ſubjecta corpora ponderet, explorari poteſt ope tubi vitrei, a ſuperiori parte clauſi, ab inferiore aperti, impleti Mercurio: qui in eo aliquando ad altitudinem 29 pollicum Rhenol. ſuſpenditur: hic ſuo pondere eſt in æquilibrio cum pondere Atmoſphæræ. Quia Aqua eſt circiter 14 levior Mercurio, poſſet Aqua cum eo in tubo, vel cum Atmoſphæra ad altitudinem 33 $\frac{5}{6}$ pedum Rhenol. in æquilibrio hærere (1). Idcirco premit Atmoſphæra ſuo pondere corpora ad ſuperficiem Terræ, ac ſi Aqua ad altitudinem 33 $\frac{5}{6}$ pedum iis ſuperfuſa incumberet; quod a Paſcalio & Boyleo experimentis fuit confirmatum (2).

§. 1074. Quoniam Aër eſt fluidus, premit ſecundum omnes directiones viribus æqualibus; adeoque tantopere ſurſum, quam deorſum, prorſum & antrorſum, ac oblique. idcirco corpora, utcunque tenera, quæ ab Aëre ambiuntur, ab omni parte æqualiter preſſa, non deſtruuntur: lateralem vero Aëris

[2] Sunt enim mercurii & aquæ in tubis æquilibratorum altitudines inverſe ut eorum denſitates (*Vid. adnotat ad* §. 612); atque adeo ut 1 ad 14, ita altitudo 29. pollicum mercurii, ad altitudinem aquæ, quæ cum ea mercurii quantitate æquilibratur, quæ idcirco per regulam auream prodit 406. pollic. ſeu pedum 33 $\frac{5}{6}$. Reapſe aquam ad altitudinem 33 pedum in antliis tractoriis elevari, nec porro ulterius aſcendere omnium primus olitor Florentius fortuito deprehendit. Hic rei novitate excitatus ad Galilæum Galilæi veniſſe dicitur rem novam miramque ei narraturus. Veram tamen phænomeni cauſam haud tum intellexit Galilæus, ſed Torricellius ejus diſcipulus omnium primus conjecit eam definitam aquæ altitudinem in antliis a limitato Atmoſphæræ pondere oriri poſſe, quod tandem pro certo penitus habuit, cum in tubis mercurium ad altitudinem 29 pollicum ſuſpendi obſervavit.

[1] Pedem cubicum aquæ 64 librarum pondus continere deprehenſum eſt: igitur 33 pedes cubici aquæ pondus dabunt lib. 33 in 64. Preterea ponitur telluris ſuperficies quadratos pedes continere 5547800000000000; ſi ergo toti huic ſuperficiei aquam incumbere ſupponamus ad 33 pedum altitudinem, erit integrum hujus aquæ pondus, atque adeo totius Atmoſphæræ lib. 5547800000000000 in 33 in 64. ſeu lib. 11716953600000000000,

rit preſſionem perpendiculari æquivalere, patet in experimento Mariotti: nam phiala C D, aquæ plena, perforata in B, recipiens tubum E F utrimque apertum, retinet Aquam in tubo ad A, ad eandem cum foramine B altitudinem, adeoque Aër premens directione E A deorſum, non operatur vehementius, quam qui lateraliter foramini B accumbit.

Tab. II. Fig. 3.

§. 1075. Tubus impletus Mercurio, atque in æquilibrio cum pondere Atmoſphæræ, in laudem inventoris Torricellii, qui hoc Inſtrumentum anno 1643. invenit, appellatus eſt *Tubus Torricellianus*, ab aliis *Baroſcopium Barometrum*: quod non exigua cauſa promotæ elapſo ſeculo Phyſicæ fuit. Quoniam inter ſupremum tubi fornicem & Mercurium ſpatium Aëre craſſiori vacuum relinquitur, deſiderio agebantur Philoſophi explorandi, quid corporibus, in hoc vacuo poſitis, contingeret? admiranda in eo obſervata phænomena, & difficultas illud conficiendi, originem alteri Machinæ, Antliæ nempe Pneumaticæ dederunt, cujus ope facilius Aër ex quibuſcumque recipientibus exhauriri poteſt.

§. 1076. Suſpendi vero Mercurium in tubo Torricelliano a pondere incumbentis Atmoſphæræ probatur, quia ſi tubus longiori recipienti includitur; Aëre educto, ex tubo Mercurius ſubſidet, qui, Aëre iterum admiſſo, ad priorem aſſurgit altitudinem.

§. 1077. Poſito tubo Torricelliano per aliquod temporis intervallum in eodem loco, obſervantur Mercurii diverſæ altitudines, quarum diſcrimen majus eſt, quam a rarefactione caloris Atmoſphærici oriri poſſet; id Torricellius Anno 1645 vel 1646 primus obſervavit. Altitudo minima & maxima in Belgio obſervata, fuit 27 poll., 2 lin., & 30 poll. Rhenol. limites ideo quam proxime erunt 3 poll. Interim certiſſimum erit, Mercurium altius aſſurgere in tubum, cum ille, qui in vaſculo ſtagnat, plus premitur quam ante: deſcenſurum ex tubo Mercuriam, ſi minus prematur: & quoniam diſcrimen altitudinum

in

in tubo eſt 3 pollicum, erit hoc reſpectu totius preſſionis, & quidem maximæ, quæ æquivalet 30 pollicibus, $\frac{1}{10}$ pars, nam eſt 1, 10: : 3., 30.

§. 1078. Lubet breviter recenſere, a quibuſnam cauſis nunc plus, nunc minus Mercurius prematur. Plus premetur, cum Atmoſphæra fit gravior; quod contingit ab hiſce cauſis. 1°. Cum ſupra regionem plus Aëris a Ventis, oppoſita directione flantibus, & Aërem ad locum intermedium pellentibus & cogentibus, accumulatur, qui ideo aſſurgens, Atmoſphæram altiorem faciet. Videntur Venti eſſe primaria cauſa mutationum in Atmoſphæra, & diverſarum altitudinum Mercurii in Baroſcopio: nam in Regionibus inter Tropicos jacentibus, & in quibus ejuſdem tenoris Ventus Orientalis perpetuo ſpirat, Mercurius in Baroſcopio vix obſervatur mutari, quemadmodum tum ex propriis, tum ex aliorum obſervationibus, teſtatur Cl. Halleyus (*a*). [*a*] Phil. Tranſ. N.181.

2°. Accumulatur etiam Atmoſphæra ſupra noſtram regionem, ſpirante Borea, vel Aquilone, qui Aërem refrigerant, condenſant; adeo ut Atmoſphæræ altitudo ibi deſcreſcat, ſed ſupremum Fluidum a latere omni affluat, ſuoque cumulo & pondere preſſionem augeat.

3°. Altior quoque erit Mercurius, ſi Ventus ex loco altiori Atmoſphæræ deorſum ad Terram determinatur; tum enim Aërem, cui occurrit, eadem directione premit, atque hic non aliter premit Mercurium, quam ſi a majori pondere aggravaretur.

4°. Quum a frigore condenſatur Aër, deſcendit Atmoſphæra, etiamſi ejus eadem copia maneret: propter binas cauſas, majori gravitate gaudebit; partim ob vim centrifugam partium minorem, partim ob gravitatem auctam, vide §. 228. & 411. ideo plerumque Hyeme Mercurium in tubo altius ſuſpendi, quam Æſtate, obſervamus.

5°. Cum Atmoſphæra pluribus Vaporibus & Exhalationibus imprægnatur, ejus gravitas neceſſario increſcit, quantum ponderant Exhalationes: ideo ſi Aër

diu

diu maneat piger & tranquillus, plurimos vapores in ſe recipit, tumque Mercurius, æque Hyeme ac Æſtate, in tubo ſemper adſcendere obſervatur.

§. 1079. Minus premetur Mercurius, ſi Atmoſphæra levior fiat; quod contingit 1°. ſi a Ventis impetuoſis, aut a ſecum effervefcentibus exhalationibus, pars quædam Aëris ex ſuo loco abripitur; hinc quaſi aliquod vacuum fit, in quod quidem pars ſuperior deſcendit, ſed nihilominus minor Aëris copia regioni illi terreſtri imminebit; ob quam cauſam Mercurius in tubo minus preſſus deſcendet; quemadmodum ſævientibus procellis ſemper obſervatur; imo quotieſcunque percipis ventum aucto impetu ſupra locum obſervationis ſtare, videbis eo momento Mercurium deſcendere, quemadmodum etiam Hauksbejus analogo experimento demonſtravit: ceſſante vento, Aër ab omni parte iterum ad hæc loca accedit, minus Aëris æque denſi comprehendentia; ideo ab aucta Aëris maſſa & pondere iterum aſcendit Mercurius.

2°. Deſcendit Mercurius in tubo, ſi Aër Exhalationibus & vaporibus, quos antea copioſe in ſe receperat, orbetur, hinc tempore pluviæ Mercurius in tubo humilis eſt (*a*).

[*a*]Vid. adnot.ad §.680.

3°. Vel cum Venti e Terra ſurſum ſpirantes, Atmoſphæram quaſi elevant; hinc flantibus nonnullis ventis, ſtationem humilem Mercurius in tubo tenet.

4°. Si calore Aër rarefiat, & Atmoſphæra altior fiat, quamvis eadem copia cæteroquin manſerit, propter §, 228. & 411. minus premet ſubjecta corpora. Forſitan multo plures cauſæ, hucuſque incognitæ, huc concurrere poſſunt, ſed illæ, quas recenſui, infinitis gradibus magnitudinis differre, earumque plures ſimul conſpirare, vel opponi ſibi mutuo poſſunt, ex quibus altitudo diverſa Mercurii in tubo pendebit.

§. 1080. Ex hiſce bene perpenſis apparet, altitudinem Mercurii in tubo diverſam futuras Aëris tempeſtates non præſagire, ſed tantum indicare præſentem Atmoſphæræ conditionem, & quidem modo preſſionem ejus in corpora terreſtria: nonnunquam

ex

ex certa Atmoſphæræ conditione aliqui effectus ſequuntur, qui ſi obſervati fuerint, tum aliquod formari poteſt præſagium, ſimulac eadem redierit Atmoſuhæræ conditio: hæc vere ex ſola ejus preſſione, ſive ex altitudine Mercurii in tubo non cognoſcitur, adeoque nihil certi ex ſola altitudine Mercurii prævideri poteſt, niſi ex plurimis aliis obſervationibus & fontibus conditionem Atmoſphæræ detexerimus. Quamobrem nullæ certæ præſegiendi regulæ tradi poſſunt, quemadmodum ex multorum annorum obſervationibus, inter ſe ſollicite comparatis, colligere cogor.

§. 1081. Sunt mutationes Mercurii in Baroſcopio majores Hyeme, quam Æſtate; & majores in locis frigidioribus, quam in calidioribus. 1°. Quia Aër frigidus denſior eſt quam calidus, atque ideo aptior multis gerendis vaporibus; quibus dum accumulatur, fit Atmoſphæra graviſſima; quibus cum orbatur, fit leviſſime: obſervantur autem hyemales menſes ſæpe pluvioſiſſimi.

2°. Sub finem Autumni, Hyeme, & in initio Veris ſæviunt impetuoſiſſimi Venti, Præſteres. Typhones; cum Æſtate Aër ſit tranquillior: a Ventis vero maximæ mutationes Atmoſphæræ inducuntur, partes ingentes ex ſuo loco dimoventur, unde illa levior facta, in tubo Mercurium minus premit. Sed & Venti Atmoſphærxm accumulant, aërem oppoſitis ſuis directionibus condenſando, qui inde gravior factus, Mercurium in tubo valdequam premit. Quoniam in locis Polo proprioribus Aer Hyeme eſt frigidiſſimus denſiſſimuſque, ideo ambæ allatæ cauſæ locum in primis ibi habent, faciuntque, ut multo majores mutationes ab Atmoſphæræ preſſione in frigidis, quam in calidioribus regionibus contingant.

§. 1082. Cum limites variationum Mercurii in tubo ſint adeo anguſti, hos diverſis artificiis amplificare conati fuerunt Philoſophi, ſperantes ſe ſic minimas Atmoſphæræ mutationes obſervaturos; hinc Morlandus Tubum inclinatum E D C conſtruxit, in cujus parte D C, longiori quam A B, ubi limite- Tab. 11. Fig. 4.

mu-

Tab.11. Fig.5. mutationes majores, longitudini C D proportionales, contingunt: pulcrum eſt hoc inventum, verum id incommodi habet, quod ſuperficies Mercurii in eo non ſemper ſit ad libellam, veluti *f g*, ſed convexa, veluti, *k h g*, ſere ſimilis & parallela fornici ſuperiori tubi *z*, adeo ut obſervari vera altitudo Mercurii nequeat. Præterea Mercurius nimis incumbit lateri tubi D C, adeo ut non tam cito, quam quidem in tubo vulgari, deſcendat.

Tab.11. Fig.6. §. 1083. Hookius tubum invenit ABDRGF, parte inferiori inflexum, apertumque, ei globus ferreus G immittitur, qui Mercurio innatat; globo filum adnectitur, quod trochleam D ambiens, ab altero globo H tenditur. Deſcendente Mercurio ex A B, elevatur G, hinc prævalens ponduſculum G, ope filii trochleam D circumtorquet, hæc indicem longiorem L K, qui in circulo M N O P diverſos gradus notat. Oſtendit hoc Baroſcopium majores mutationes Mercurii ſatis bene, attamen minimas non tam cito, ac vulgare: ſed alia incommoda ab Aëre humido ſiccove in filum operante oriunda, tum a trochleæ attritu &c. commemorare non lubet (*a*).

(*a*) Philoſ. Tranſ. N. 185. p.24. §. 1084. Hugenius Anno 1672. duas Barometrorum ſpecies invenit, quarum hæc præcipua. Tubo

Tab.11. Fig.7. O V, $\frac{1}{2}$ poll. longo, recurvo ad V P. utrimque adjungitur capſula cylindrica H K, C P quarum diameter eam tubi decies ſuperat, prominet ex capſula P L C, alter tubus C N; Mercurio impleta pars capſulæ dimidia K O concipiatur, tubus O M P, & alterius capſulæ dimidium P L: proinde in capſula K O, ſi Mercurius uno pollice ex K ad R deſcenderit, elevabitur in P L uno pollice, ab L ad S, tumque tota columna Mercurii in tubo R O M duobus pollicibus brevior erit, & tantum longitudinis R I, cum antea fuerat longitudinis K V. Si igitur mutatio Mercurii in Barometro vulgari fuerit 3 pollicum, duplo minor erit in hoc Hugeniano; verum dimidium capſulæ L C, & pars tubi C N impletur

Aqua

Aqua, tincta Ærugine, miſta cum Spiritu Nitri, ne a frigore congeletur, & tecta ſuperius oleo amygdalarum, ne exhalet; adeoque Mercurio in capſula K O deſcendente, adſcendet tantopere ille in capſula L C, expreſſurus ex hac, & elevaturus Aquam in tubum; quæ ſi gravitate careret, adſcendente Mercurio in L C ad unum pollicem, adſcenderet in tubo ad 100 pollices, quia capacitates ſunt, ut quadrata diametrorum: cum autem Aqua gravitatem habeat, quæ ſit $\frac{1}{14}$ illius, quæ eſt in Mercurio, 14 pollices Aquæ æquilibrium agent cum pollice Mercurii in altitudine, quamobrem ad minimum erit mutatio, quæ in altitudine varia hujus Aquæ obſervabitur, & reſpondet 1 $\frac{1}{2}$ poll. Mercurii in utralibet capſula, 21 pollicum: eritque ita mobiliſſimum ejuſmodi Baroſcopium, de quo videri poteſt Autor (*a*). In uſu non admodum increbuit machina propter nonulla incommoda: 1°. Quod ſi Oleum liquori in tubo C N ſuperfundatur, id parietibus ejus adhæret, opacoſque hos reddit. 2°. Si oleum non ſuperfuſum fuerit, liquor ex C N avolat. 3°. Calor multum dilatat liquorem, quem frigus condenſat in C N, ita ut eadem quantitas ſub diverſa altitudine cum pari pondere Mercurii æquilibrium agat: idcirco, niſi quis Thermometrum ex eodem liquore confectum & juxta poſitum, ſimul conſideraverit, vel Tabulas aliquot, in quibus dilaratio a calore, quam Thermoſcopium indicat, conſuluerit, nihil certi cognoſcetur.

[*a*] Journal des Scavans A. *1672*. p. 137.

§. 1085. Quoniam igitur hoc Hugenianum Barometrum nondum vero ſatisfacere judicavit R. Hookius (*b*), & poſtea Cl. de la Hirius (*c*), id longe mobilius reddiderant, tertiam adnectendo capſulam ejuſdem diametri cum prioribus, quo fit, ut quantum Mercurius in capſula inferiori elevatur, tantum elevetur liquor in capſula tertia D N. Impletur pars capſulæ inferioris B C, & tubus C D, uſque ad medium G, Oleo Tartari per deliquium; tubi pars altera

(*b*) Philoſ. Tranſ. An. *1686*.
[*c*] L'Hiſt. de l'Acad. Roy. An. 1708.
Tab. 11. Fig. 8.

tera G D, & capſulæ ſuperioris pars D K, Oleo leviſſimo, quod vocatur Petroleum. Pars alia machinæ B S A recipit Mercurium, velnti in Hugeniano Barometro: deſcendente igitur Mercurio ad dimidium pollicem ex A in L, elevatur ex B in H, & petroleum ex K in N tantopere; manet proinde altitudo ſupra Mercurium H N = B K. Sit diameter tubi C D = 1. & diameter capſularum = 9. erunt capacitates uti 1 ad 81: ſit proinde tubus C D ultra 80 pollices longus; & adſcendente Mercurio dimidium pollicem ex B in H, ſurſum feretur petroleum a G ad D, ſpatio 40 pollicum: deſcendente vero Mercurio ex B ad R ſemipollicem, deſcendet petroleum 40 poll. a G ad I: quamobrem motus in baroſcopio vulgari duorum pollicum mutationi tantum ſubjiceretur.

Pulcerrimum foret hoc inventum, ſi tria haberentur Fluida diverſiſſimæ denſitatis, quæ ſuperficiei vitri non adhærerent, nec ſecum permiſcerentur, ſed adſcendendo vel deſcendendo, vitrum relinquerent, uti in Mercurio obſervare datur: his nondum detectis, invenimus ſucceſſu temporis nimis adhærere Oleum utrumque ſuperficiei Tubi C D, ita ut hic opacus reddatur, nec de vera altitudine ſuperficiei terminantis G, ob jacturam liquoris, adhærentis parietibus, judicium ferri queat. Rarefactionis liquorum a calore etiam ratio habenda erit.

(a) Remarques & experiences Phyſiq.

Tab. 11. Fig. 9.

§. 1086. Amontonſius (a) Anno 1695. ſequens inventum cum publico communicavit: Capiatur tubus A B, conicus, cujus baſis B aperturam, non majorem $\frac{1}{12}$ pollicis habeat. Mercurius, qui adimplere poteſt partem ſuperiorem AC, 30 pollices longam, poſſit ſua copia partem tubi inferiorem & ampliorem D B, & longam modo 27 $\frac{1}{6}$ poll. adimplere: ſi fuerit tubus A B 45 pollices longus, tum Baroſcopio vulgari ſtante in altiſſima ſtatione 30 pollic., erit Mercurius in hoc tubo inter C & A; & ſi Mercurius fuerit in Baroſcopio vulgari in humillima

lima ſtatione $27\frac{1}{6}$ poll., erit Mercurius in hoc tubo in DB; quamobrem intervallum, inter A & D eſt $17\frac{1}{6}$ pollic., & Mercurius in hoc tubo fere ſextuplo majorem motum, quam in Baroſcopio vulgari habebit: vocatum fuit hoc inventum ab aliis *Barometrum marinum*, quia a Nautis facile poteſt tubus inverſus ſervari, quem inſpeclum in ſitum A B tantum invertant. Cavendum autem ſollicite eſt, ne minima Mercurii guttula ex orificio B excidat, quippe tum levior ejus columna æquilibrium non amplius cum Atmoſphæra tenet, niſi in loco propiori fornici A. 2°. Nimius Mercurii attritus immobilitatem magnam infert: 3°. Quia Aër aperturam B ingreditur, ſuos humores & ſalia ad parietes tubi applicat, qui liberum deſcenſum mercurii impediunt, adſcenſurum inquinant, in partes ſeparant.

§. 1087. D^us^. Caſſinus, & poſtea præſtantiſſimus Mathematicus Joh. Bernouillius, tubo ampliori Barometrico AB, inflexo parum ab inferiori parte BH, tubum gracilem horizontalem & apertum CH, adnexuit, cujus longitudo cum capacitate ſua & tubi A B ita conveniat, ut $2\frac{1}{6}$ pollices Mercurii ex A B impleant tubum gracilem ex C ad H: quamobrem, ſi Mercurius in tubo fuerit ad altiſſimam ſtationem in D, erit in tubo gracili ad H; & ſi fuerit in humillima ſtatione ad L, erit in tubo gracili ad C; cumque tubus CH poſſit eſſe cujuslibet longitudinis, modo capacitas D L tubi amplioris augeatur; habetur hoc modo Baroſcopium mobiliſſimum. Attritus & Attractio inter Mercurium & tubum CH, longe immobilius reddunt hoc Baroſcopium, quam prima facie apparet: hinc quidem notabiles in vulgari Baroſcopio mutationes inſigniter, ſed minimas, non oſtendit. Tab. 11. Fig. 10.

§. 1088. Alia inventa, ſed minus celebria, tradiderunt alii Philoſophi, quæ anguſtiæ Inſtituti noſtri non permittunt, ut exponamus. Liquet ſatis ex his

 omni-

omnibus, ſimplex Barometrum eſſe hucuſque optimum ad obſervationes accuratas capiendas, ſi id probe conſtructum fuerit; ad quod requiritur, ut Mercurius ab omni Aëre ſit purgatus, & ut in ſuperiori parte tubi, inter fornicem & Mercurium, nihil omnino Aëris habeatur; quomodo id obtineri queat, dixi in Diſſertationibus Phyſicis (1).

§. 1089. Edit Aër ſua gravitate plurimos effectus, veluti enim Mercurium in tubo ad altitudinem 29 pollicum ſuſtinet, ita ſi in tubo, qui Mercurio imponitur, concipiatur embolus, qui a ſuperficie Mercurii recedendo elevetur ſurſum, removendo tantum Aërem, Mercurius preſſus a pondere Atmoſphæræ, tubum neceſſario ingredietur, atque embolo adhærebit

(1) Cum mercurii ſuſpenſio in tubis, vel ſimplicibus barometris ab Atmoſphæræ pondere oriatur, id omnino conſequens eſt, ut non variato Atmoſphæræ pondere, eadem etiam maneat mercurii in tubis ſuſpenſio. At ſecus ſe res habere quandoque videtur: ſi enim mercurius, quo implentur tubi, omni aere fuerit prius expurgatus, ipſique tubi ſenſim, ſummaque adhibita diligentia in catinum hydrargyro ſimiliter plenum invertantur, aperto intra orificio, nil mercurii ex iis decidet, etiamſi 75 pollicum & amplius altitudinem habuerint, manebuntque ita pleni, quouſque concuſſione nulla agitati immobiles perſeverant: at ſi concutiantur, ſtatim ad ſolitam uſque altitudinem 29 pollicum præcipitabitur hydrargyrum, quod tandem poſt aliquot reciprocationes conſiſtet. Id ſane experimentum a Brounchero, Boylio, Hugenio, aliiſque ſæpius repetitum ſucceſſit, nilque propterea dubii de phænomeni veritate eſſe poteſt. Quoad ejus vero cauſam ſpectat, nil aliorum Philoſophorum hypotheſes morabor, veroſimiliorem modo cauſam exponere ſat erit. Mercurius itaque omni defæcatus aere denſior procul dubio evadit, majoriſque adeo magnitudinis fiunt ejus contactus cum internis tubi parietibus, quibus propterea majori attractionis vi, quam antea, contingentes mercurii partes adhæreant neceſſe eſt; his vero partibus & aliæ a parietum contactu remotæ eadem attractionis vi conjunguntur, & adhærent, hiſque porro aliæ. Contenta igitur in tubis mercurii columna non toto ſuo pondere æquilibrium cum Atmoſphæra habet, ſed quæ ejus pars altitudinem 29 pollicum adæquat, ab Atmoſphæra, reliqua vero abs internorum parietum contactu ſuſtinetur. Hinc nil mirum ſi ſuccutiendo tubum, vel interjectis aeris bullulis, ad conſuetam 29 pollicum altitudinem ſtatim mercurius deſcendat: ita enim fit, ut prioribus contactibus vel ablatis, vel diminutis, attractionis effectus tollatur, vel inſenſibilis evadat.

bit uſque ad altitudinem 29 poll. Quamvis tum altius tollatur embolus, non tamen amplius ſequetur Mercurius, ſed in eadem altitudine hærebit, nec emboli reciprocatio aliquid ulterius producet, cum tantum Aërem ex tubo removere poſſit. Hinc diſcimus aquam in Antliam ſuctoriam, utcunque reciprocetur embolus, non ad majorem altitudinem, quam $33\frac{5}{6}$ pedum adſcenſuram; aquæ pondere nempe in hac altitudine cum Atmoſphæræ pondere æquilibrium agente. Non igitur aqua in antliam adſcendit, quia ſugitur, ſed quia ab Aëre premitur: adeoque ſi claudatur antlia cum aqua in vacuo, etiamſi reciprocetur embolus, ne quidem aquæ gutta in eam adſcendet, nec ex clauſo vaſe, aquæ penitus pleno, antlia in ſe aquam recipiet, utcunque agitetur embolus.

§. 1090. Ab actione antliæ vix differt Suctio Animalis: id enim, quod ſugit Animal, Aërem ex ore deglutit, nares claudit, labiis papillam undique prehendit, genas extrorſum pellit, vacuum in ore facit: Aër externus ubera ſua gravitate premit, lac pellit ad loca, in quibus ſublata eſt reſiſtentia, hoc eſt ad papillam, & ex ea in os ſugentis. Similis eſt fumigatio Tabaci. Tum actio Cucurbitarum Chirurgicarum veluti eſt A, ex quibus, cuti impoſitis, Antliæ C ope, vel alio quocunque modo, educitur Aër: ad cutem idcirco cucurbitæ a pondere Atmoſphæræ apprimuntur, ad harum cavitatem propelluntur humores, a quorum affluxu tumeſcit locus, qui deinde ope inſtrumenti jam apud Chirurgos communiter recepti, ac fig. 2. delineati, exiguis plagis inciditur; ex quo, iterum applicata cucurbita, ſanguis ab aëris pondere exprimitur. Eſt quoque Aër ſua gravitate cauſa noſtræ reſpirationis. Tab. 12. Fig. 1. 2.

§. 1091. Inter effectus, qui a pondere Aëris in corpora pendent, etiam Aquæ transfluxus per Siphones inæqualium crurum numerandus eſt. Sit enim ejuſmodi Sipho EACD, plenus Aquæ, crurique breviori AE appoſitum ſit vas B, Aër ſua gravita- Tab. 12. Fig. 3.

 te

te in utroque crure Aquam ſurſum premet, hæc tamen ſua gravitate nititur deorſum, & quidem majori vi in crure longiori C D quam in A E; adeoque datur major ratio inter actionem Aëris ſurſum & reactionem Aquæ deorſum in crure breviori AE, quam in C D longiori; proinde Aqua E A majori vi ſurſum, quam C D premetur: ergo adſcendet Fluidum in E A, tranſpellet reliquum in A C, CD; & quia eadem cauſa exſiſtit, quamdiu Fluidum eſt in vaſe B, effluet ex orificio D omne Fluidum.

§. 1092. Crediderunt nonnulli Eruditi aliam, quam Aëris gravitatem, hujus transfluxus eſſe cauſam, ſed hanc eſſe veram, apodictice demonſtrari poteſt: quia ſi Sipho E A C D includatur Recipienti, ex quo omnis Aër educatur, ut ſit vacuum Torricellianum, (quod fieri poteſt Recipiens implendo accurate Aqua, omni Aëre prius orbata, & deinde educendo hanc Aquam,) tum in accurato hoc vacuo nullus fit Aquæ per Siphonem transfluxus. Impeditur quoque Tab. 12. Fig. 3. ex Siphone E A D aquæ effluxus, vaſis B B orificium C claudendo, aërisque preſſionem prohibendo. Aut ſi Sipho E A C D conſtet ex cruribus, quorum brevius E A ſuperet 30 pollices, impleaturque Mercurio, nullus fiet ex breviori crure per longius Mercurii transfluxus; ſed ſi ad D etiam ponatur vaſculum, Mercurius relinquet arcum ſuperiorem A C, atque in crure utroque A E, C D, hærebit ad altitudinem eandem, in qua eſt in Barometro vulgari: aut ſublato vaſculo ad D, ruet deorſum Mercurius, qui erat in A E, verſus vaſculum B, atque effluet reliquus ex crure C D. Si vero crus A E fuerit brevius, quam eſt altitudo Mercurii in Barometro, fit Mercurii transfluxus, manifeſtiſſimo indicio, Siphonis effectus a pondere Aëris pendere.

(a) Act. Lipſ. An. 1690. p. 142. Tab. 12. Fig. 8. §. 1093. Movit difficultatem Reiſelius (a) ſuo Siphone æqualium crurum E F G, qui Aqua tranſmittere dictus eſt; cum enim orificia E, G, jaceant in eadem horizontali, admota Aqua ori E, effluxus fit ex G, & admota Aqua ori G, fit effluxus ex E. Verum effluxus memoratus non fit, niſi Aqua

ad-

admota alterutri orificio ſua altitudine effecerit, ut crus hoc brevius, alterum longius evaſerit: quemadmodum ſollicite inſtituenti experimentum patebit. Ope hujus doctrinæ multi effectus, qui in Natura contingunt, facile explicantur (1), atque artificia- Tab. 12. Fig. 4. 5. 6.

K 3 lis

(1) Effectus qui hic ab Auctore notatis ſchematis 4. 5. 6. Tab. 12. indicantur, clarius exponi merentur. MN eſt (*fig.* 4. *Tab.* 12.) vitreum vas cupreo pelvi prope N accurate compactum. Eidem pelvi duo adnexi ſunt cuprei tubi inæqualis longitudinis, quorum brevior TR duos vel tres pollices intra vitreum vas MN exporrigitur, extrema ejus parte patula R veluti in apicem deſinente: Longior eſt alter tubus QP extra vas NM protenſus. Tubi TS extremitas altera patula T vaſe aquæ pleno immergitur; tum exugitur aer ex tubi QP extrema parte P, donec diminuta aeris preſſione in ea aquæ parte, quæ tubo TR in vaſe ſubjicitur, per eundem tubum TR ſurſum aqua aſcendens ex R erumpat, tum in pelvim recepta per tubum QP, ad ſugentis os tandem tranſeat, idemque fiat aquæ transfluxus, ac quem §. 1091. per ſiphonem inæqualium crurum fieri dictum eſt. Quo major eſt differentia crurum QP, ST, eo major fit altitudo jactus ex foramine R; ita quidem ut ſi ea differentia paulo major fuerit ejuſdem vaſis NM longitudine, uſque ad M aquæ jactus fiet. Idipſum ſine aeris ſuctu ex P obtineri poteſt, ſi nempe intra vas NM aqua ad duorum vel trium pollicum altitudinem contineatur; aperto enim orificio P, ea aqua ſuo pondere deſcendens, ex P egreditur, aeremque ideo vaſis NM rarefieri ſinit; qui proinde minus premens aquam in parte vaſis tubo T ſuppoſita, quam reliqua ejus aquæ ſuperficies ab exteriori aere premitur, eandem aquam cogit per tubum TS aſcendere, eamque ex foramine R erumpentem, jucundum ſpectatoribus fonticulum exhibere.

Ejuſmodi tubi ſeu ſiphones, quibus vaſa contentis aquis deplentur, variis figuris donari ſolent, veluti qui exhibentur fig. 5. & 6. Priorem quidem ſiphonem ACDE aqua repletum, quem figura oſtendit, ſitum obtinere ſupponamus, ſitque ADE horizontalis linea tubi oris A & E terminata. Quæ in AB continetus aqua alteri in GE contentæ æquilibratur, atque adeo quæ eſt in tubi parte CDF pari vi deorſum ſurſum, ac ſurſum deorſum premitur; hinc nulla eſt cauſa ob quam apertis oris A & E, ex alterutra aqua præterfluat. Quod ſi in tubi parte AB aliquantulum altius aſcendat aqua ſupra E, prius æquilibrium tolletur, factaque in AB aqua minus gravis ponderi aeris per A urgenti cedat neceſſe eſt, tantundem ex E ad ſaltum congens, quantum illius per tubum CF deſcendit. Hic vero aquæ deſcenſus cum uſque ad D factus fuerit, nil amplius aquæ ex E ſaliet ob æquilibrium æque alterum canalium DF, GE.

Alterum ſiphonem *fig.* 6. exhibitum quod ſpectat, omni con-

lis Tantali potatio intelligitur (1).

Tab. 15. Fig. 1. §. 1094. Inter proprias dotes Aëris præcipua eſt illa, quæ vocatur *Elaſticitas*, propter effectus nonnullos analogos iis, quos in corporibus Elaſticis obſervamus. Poteſt nempe Aër in ſpatium minus adigi compreſſione, qua ceſſante, iterum ſe ſponte reſtituit in priſtinum volumen. Claudatur enim Aër in Antlia, adigatur embolus ad fundum, id quantum fieri poterit; cedetque Aër preſſioni, in ſpatium multo minus abiturus: dein deſine embolum urgere, hic extemplo ab Aere ſe reſtituente in prius volumen ex Antlia expelletur.

§. 1095.

contenta aqua eum depleri ex G neceſſe eſt, quod longius ſit illius crus EG præ altero AB, ob eamdem ſcil. rationem, qua in ſiphone 3. fig. eundem aquæ transfluxum contingere dictum eſt. Quæ in tubis CD, DE continentur aquæ, in æquilibrio ſunt; at quæ eſt in AC minori vi in aërem ſubjectum agit, quam quæ eſt in EG, ob minorem illius quantitatem, minuſque adeo aquæ pondus. Ea ergo majori aeris vi preſſa, in proximam agit, omnemque tandem cogit per oram G effluere.

(1) Artificialis Tantali potatio, de qua hic Auctor, ejuſmodi eſt artefactum vas, in quo immerſa aqua ubi ad datam altitudinem prope labia cujuſdam ſimulacri Tantalum indicantis aſcendit, continuo tota ſubripitur, ac veluti diſparet. Indicatur hæc machina in *fig.* 1. *Tab.* 15., in qua ABCF cupreum ſcyphum repræſentat, in cujus media parte veluti ſeptum medium eſt, ſeu fundus FF foramine in P inſtructus: hic tubus utrimque apertus SM accurate committitur, cujus pars ſuperior PS, ſeu quæ ad ſuperiorem vaſis cavitatem pertinet, ampliori tubo HGK veluti contegitur. Amplior hic tubus fundo FF innititur, eumque accurate tangit præter quam in K, ubi exiguum eſt foramen intra ipſius tubi cavitatem aditum aquæ exhibens. Amplior hic tubus ita parari poteſt, ut inferiorem curvi ſimulacri Tantalum deſignantis partem repræſentet. In inferioris demum cavitatis latere eſt foramen D, ex quo contentus inibi aer ad aquæ ingreſſum expelli poteſt. Ex univerſo hoc machinæ apparatu jam clare liquet, quod ubi aqua in ſuperiorem ſcyphi partem immerſa, & per foramen K in tubum HGK admiſſa, ſupra foramen S demum aſcendit, per id neceſſe eſt, ut in inferiorem ſcyphi partem FBCF medio tubo SM tota ruat, nil illius in ſuperiore ſcyphi cavitate remanente: eſt quippe tubus SM veluti ſiphonis longius brachium, brevius HGK: adeoque per ea, quæ §. 1091 ſunt demonſtrata, ex ſuperiori in inferiorem vaſis cavitatem transfluere omnem aquam oportet.

§. 1095. Quemadmodum in præcedenti experimento Aër ab embolo comprimebatur in anguſtius ſpatium, ita quoque inferior a pondere Aëris ſuperioris comprimitur; quamobrem non ſecus ſe habet Aër prope Terræ ſuperficiem, quam qui in Antliæ cavo valde compreſſus habetur: hinc exigua Aëris copia veſicæ incluſa, quæ in recipiente ponitur, ex quo Aër extrinſecus comprimens aufertur, ſeſe expandit, veſicam explicat, inflatque non aliter, quam ſi copioſo Aëre turgeret (1).

(1) Cuinam cauſæ hæc aeris proprietas, elaſticitas communiter dicta, accepta referri debeat, difficillima quæſtio eſt. Ea ſane cum ab ipſa interna partium aeris conſtitutione, configuratione, proprietatibus, viribus, dependeat, quæ nemo ſanus ſibi accurate perſpecta eſſe adfirmabit, mortalium cuiquam certo & evidenter innoteſcere haud quaquam poterit. Inſtituta hactenus experimenta eam reapſe dari aeris affectionem, ejus leges, indeque plures derivatos effectus in lucem prodiderunt, ex quibus ſane nova eſt efformata Scientia communiter *Aerometria* dicta: at nihil de ejus Proprietatis origine & cauſa ex experimentis hucuſque deprehenſum eſt; nilque adeo, niſi vanas hypotheſes fingere, eaſque pro veris rerum naturalium cauſis habere lubeat, ea de re pronunciari tuto poteſt. Nihilominus quæ hactenus a Philoſophis excogitata ſunt ad quæſtionis hujus ſolutionem, hic in noſtrorum tironum gratiam recenſere haud abs re fuerit.

Ariſtotelici imprimis, quibus omnia utut abſtruſa naturæ phænomena novis modo inventis vocabulis declarare ſolemne eſt, aeris compreſſibilitatem, tum dilatandi vim *qualitatem occultam* procul dubio eſſe adfirmabunt, ac ita more ſuo quæſtioni ſatisfeciſſe videbuntur. Pape quam nullo negotio.

Recentiores vero Philoſophi, quibus, eliminatis Peripateticorum qualitatibus occultis, mechanica philoſophandi ratio placuit, abs mechanicis particularum aeris affectionibus rem omnem derivare fatagunt. Boylius imprimis (*in novis experimentis phyſico-mechanicis de vi aëris elaſtica*) aerem noſtrum ſupponit aut totum coaleſcere, aut ſaltem abbundare iſtiuſmodi partibus, quæ vel incumbentis Atmoſphæræ, vel cujuſvis alterius corporis preſſione & pondere incurvari, & in arctum coire valeant [quod eſt aeris compreſſibilitas]. His vero comprimentibus corporibus eædem aeris partes contranitentes, ab ejuſmodi preſſione ſeſe liberare, quantum poſſint, moliuntur, ac tandem occaſione data reapſe ſe liberant, ſeſeque explicant; quod eſt ipſa dilatandi vis, qualem in arcubus tenſis, & pinnis chalybeis contortis deprehendimus. At quis non videt obſcurum per æque obſcurum hic explicari, nec minus cauſam elaſticitatis in ſingulis aeris

§. 1096. Prout Aer prope Terræ ſuperficiem eſt comparatus, ſeſe ita dilatat, ut volumina ſua ſint in ratione inverſa ponderum comprimentium. Hanc ratio ex ea deduci facile poſſit.

re-

ris partibus, quam in tota earum congerie & mole Philoſopho eſſe inquirendam? Vel ipſi Boylio hæc explicatio haud ſatisfacere videtur, cum deinceps aliam tradit cum Renati ſententia plurimum conſentientem, quam porro Neotericorum plures amplexi ſunt. Iterum itaque aerem ſtatuit congeriem eſſe minutiſſimarum particularum magnitudinis variæ, omnigenarumque figurarum, quales Carteſio ſunt tertii ſui Elementi particulæ: Eas intra ſubtiliſſimum corpus ethereum, vel uti Carteſio placet, inter particulas primi & ſecundi elementi, fluctuantes, huc illucque diſtrahi, ætheren corpore eis interfluente: Quod ſi ejuſmodi æther vel ſubtilis materia, data cauſa comprimente, ex aeris particulis exprimatur, has tum in arctum coire & cogi; ſublata vero cauſa comprimente, ſubtilem materiam vel ætherem, qui ab æquilibrio ſuo cum aeris partibus violenter receſſerat, cum impetu inter eaſdem aeris particulas ſeſe iterum ingerere, priſtinumque æquilibrium tandem obtinentem, aeris particulas in priſtinam & ordinariam laxitatem reducere. Magnam quidem veri ſpeciem huic explicationi ineſſe non diffitendum, cui præterea ex analogia craſſiorum quorumdam corporum facile compreſſibilium veluti ſpongiæ, lanæ, plumarum &c. robur etiam accedit: at veram eam eſſe elaſticitatis aeris cauſſam temere adfirmaretur, præſertim cum non omnium ad aeris elaſticitatem ſpectantium ratio ex ea deduci facile poſſit.

Ex particulis ſe mutuo fugientibus compoſitum eſſe aerem arbitratur Cl: Newtonus, indeque omnem ejus expanſionem dependere, uti *ex Schol. prop.* 23. *l.* 2. *Princip. Math.*, & *ex quæſtione* 21. & 31. *lib.* 3. *Opt.* liquet. At Viri Clariſſimi de vi mutuæ repulſionis doctrinam nec ſolidis argumentis innixam, & naturæ ſimplicitati valde abſonam pluries dictum eſt. Præterea aeris partes in mutuos complexus, utut facile diſſociabiles, verum tamen aliquos conſpirare conſtat. Si enim unum forte aeris elementum in quovis liquido fuerit, nihil id ſenſibile erit, ſed ubi aliud ſimile illi adjungitur, quam cito ex iis conſpicua fit bullula, quæ tenacitate quadam ſuæ repugnat diſſipationi. Accedente dein alia ſimili bullula, & item altera, cuique patet eas invicem coaleſcere, novam naſci majorem bullulam, ut ſuæ magnitudinis ita & formæ ſphæricæ tenacem. Hæc quidem vis mutuæ attractionis inter aeris particulas major eſſe debet, quam quæ inter illius liquidi & aeris minima habetur, alias enim ea bullularum adunatio non daretur.

Poſita vero particularum aeris mutua attractione, haud difficile erit ex ea elaſticitatem derivare, ſi modo arcuatas aereas particulas fingere lubeat. His enim ita poſitis, quemadmodum ſingularum gravitatis centrum, ita & attractionis vis, in puncto intra cavitatem ſuam exiſtente collecta concipi poteſt;

regulam ſtabiliverunt Boyleus & Mariottus ex ſequenti experimento (1). Sit tubus AB, Barometro inſerviens, qui rite præparatus ſuſpendat Mercurium ad altitudinem BC, huic immittatur quantitas Aëris AD (2), tum non amplius ſuſpendetur Mercurius ad D, ſed hærebit tantum ad altitudinem Tab. 12. Fig. 9.

& ubi particulæ illæ viribus trahentibus ſimul cohærent, unaquæque in eo alterius loco ſubſiſtet, in quo vis trahens alterius hujus particulæ coacervatur. Unde cum loca iſta non tam in ipſis particulis, quam intra earum cavitates reperiantur, cohærebunt hæ inter ſe abſque ullo contactu; hæcque erit naturalis aeris conſtituto, quam quum conſequutæ fuerint ejus particulæ, amplius non ſeſe dilatare pergent. Ubi autem eædem particulæ compreſſionis ope magis accedunt ad ſe mutuo, removentur ab iis locis, in quibus major eſt actio virium trahentium; ideoque ſublata compreſſione, earundem virium activitate ad loca illa redibunt, ultra quæ nequaquam progredi poterunt.

(1) Ad majorem eorum, quæ hic ab Auctore traduntur, intellectum, juvat in anteceſſum adnotare, vim aeris, qua ſe dilatare nititur, ponderi, ſeu vi, qua comprimitur ſemper æqualem eſſe. Supponatur enim aeris particulas ad arcus ſeu ſpiræ formam eſſe convolutus (nil quippe intereſt, ſi alio modo figuratæ ſint), veluti eſt ſpira A (*Vid. fig. 21. Tab. Addit.*) quam pondus B ita premit, ut a majori pondere magis comprimi & complanari poſſit. Jam vero patet binas hic occurrere vires contrarias, alteram ponderis B ſpiram prementis, alteram ſpiræ A ponderi reſiſtentis: quarum neutra alteram vincit, quia aut pondus, aut ſpira cederet: æquale igitur hæ vires erunt.

Hinc facile colligi poteſt corpus CD eadem vi comprimi a ſpira A, qua, ſublata ſpira, premeretur a pondere B; ſpira ſiquidem C æqualiter vim ſe relaxandi exerit in corpus CD, & pondus B. Quin etiam ſi loco ponderis B digito ſpira A compreſſa teneatur, eodem modo corpus CD a ſpira A premetur, ac ſi pondus B in ipſum incumberet. Hinc ratio patet quare incluſus aliquo vaſe aer, & ſub tecto, eodem modo ſubjecta corpora premat, ac cum apertus toto Atmoſphæræ pondere premit; vaſis enim latera, aut cubiculi tectum vices aeris ſuperioris explent, quemadmodum in allato exemplo digitus vices explebat ponderis B.

(2) Id ſcilicet ita obtineri poteſt: In tubum AB ex ejus patula parte A mercurius intromittatur uſque ad D; reliqua tubi pars AD aere plena maneat. Tum appoſito digito ad A invertatur tubus, immergaturque in argento vivo vaſis B; & ad ſuperiorem tubi partem tum aſcendet aer, inferiori hydrargyro plena manente. Qua quidem ratione data quamvis aeris quantitas in tubum immitti poterit.

nem

nem BE (1), Aëre AD ſe expandente in ſpatium AE. Vis, qua Aer Atmoſphæricus comprimitur, eſt æqualis ponderi Atmoſphæræ, quacum eſt Mercurius altitudinis BC, in æquilibrio; adeoque pondus Atmoſphæræ ope columnæ Mercurialis CB exprimi poteſt: hoc pondere compreſſus fuit Aer AD. Hic autem facto experimento, ſe explicuit in volumen AE, adeoque Aeris ita rarefacti ſuperſtes elaſticitas, ſimul cum pondere Mercurii EB, æquilibrium facit cum pondere Atmoſphæræ, ſive cum columna Mercuriali CB: demta proinde Mercurii columna EB, æquilibrat Aeris elaſticitas in AE cum reliquo pondere Atmoſphæræ, quod eſt æquale columnæ Mercuriali CE. Eſt proinde pondus comprimens Aerem expanſum in AE, veluti eſt CE. Si menſuremus dein ſpatia AD, AE ab Aere in utroque caſu occupata, deprehenduntur eſſe uti CE ad CB, quare volumina Aeris ſunt in inverſa ratione ponderum comprimentium.

§. 1097. Eadem regula locum etiam habet, cum Aer comprimitur in minus volumen, quemadmodum probe evicit ſequenti experimento Mariottus (*a*). Sit Tubus PONM inflexus, clauſus in M, ei infundatur tantillum Mercurii, qui adimpleat partem inferiorem NO, ut intercipiatur Aer in NM, qui cum ſit æque compreſſus ac reliquus Atmoſphæræ Aer, poteſt concipi preſſus a pondere columnæ Mercurialis CB in fig. 9. In tubum PO infundatur Mercurius

[*a*] Mouvement des Eaux. p. 141.

Tab. 12. Fig. 10.

(1) Aeris enim quantitas AD æque denſi ac aer exterior, eadem qua ille vi premit argentum vivum ſubjectum; atque adeo in ſuperficie hydrargiri in vaſe B ſtagnantis, ejus pars tubo ſubjecta præter vim prementis aeris AD reliquis partibus communem, ſuſtinet etiam pondus mercurii DB; quamobrem ob præpollentem vim gravitatis, neceſſe eſt ut ex tubo deſcendat mercurius, non tamen uſque ad B; quia in ejus deſcenſu aer AD dilatatur, ejuſque adeo minuitur vis elaſtica, nec æquali cum aere exteriore preſſu certare tum poteſt. Quædam ergo hydrargyri pars in tubo adhuc relinquetur, ſcilicet ad eam uſque altitudinem, veluti BE, quæ una cum rarefacto aere AE capax ſit totius Atmoſphæræ pondus ſuſtinere; quod in experimento Torricelliano a ſolius mercurii 29 pollicum columna ſuſtineri valet.

curius; veluti ad altitudinem X O, comprimetur Aer in crure N M, ut tantum occupet volumen M Z, ducta nunc horizontali Z F, erit Aer M Z compreſſus, tum a pondere Atmoſphæræ, tum a pondere affuſi Mercurii X F: menſurando ſpatia M Z & M N ab Aere occupata, & pondera comprimentia, quæ ſunt uti C B, & C B † X F, obſervatur hæc proportio, ut ſit M N, M Z : : C B † X F, C B; adeoque iterum ſunt hæc ſpatia ab Aere occupata, in ratione inverſa ponderum comprimentium (1). Obſervavi, cum Aerem M N plus quam in volumen quadruplo minus redegeram, ipſum non amplius auſcultare regulæ traditæ, ſed plus reſiſtere viribus comprimentibus, veluti olim etiam annotavit Nob. Boyleus. Neque poſſe regulam ſemper eſſe conſtantem, inde patet, quod ſimulac partes Aeris ſeſe contingerent, maſſamque omnino ſolidam componerent, non poſſent amplius ab ullis naturæ viribus in minus volumen reduci, quia corpus eſt impenetrabile.

§. 1098. Quæritur, quantum Aer Atmoſphæricus, prout ſe habet ad Terræ ſuperficiem, a viribus noſtris comprimi poſſit? Limites aliquos nondum animadverto, id tamen certum eſt, Boyleum hunc Aërem decies ter denſiorem reddidiſſe: Halleyus ſe Aerem ſexageſies denſiorem vidiſſe tradit. Cl. Haleſius (*a*) ope præli condenſavit Aerem in ſpatium trigeſies & octies minus: verum ope Aquæ in glaciem denſatæ, Aerem in ſpatium 1838 minus quam ante reduxit, ita fuiſſet duplo denſior quam Aqua, & ultra; adeoque cum Aqua incondenſabilis exiſtit, particulæ Aerem componentes, erunt prorſus diverſæ ab Aqueis; ceteroquin enim modo in volumen

[*a*] Hæmaſtatic. Append. p.348.&c.

(1) Hinc facile liquet aerem eo magis condenſari, quo majori pondere premitur, aeriſque denſitates varias ponderibus ipſis prementibus directe reſpondere. Sunt enim duorum corporum ſub inæquali mole eandem materiæ quantitatem continentium denſitates reciproce ut moles, ſeu ſpatia per §. 660. Atqui etiam pondera, quibus eadem aeris quantitas comprimitur, ſunt reciproce ut ſpatia, in quæ aer compreſſus adigitur. Ergo aeris denſitates ſunt directe, ut pondera comprimentia.

men 800. minus circiter comprimi potuiſſet, tumque ejusdem denſitatis ac Aqua, viribus quibuſvis comprimentibus reſtitiſſet.

§. 1099. Quoniam Aeris compreſſi elaſticitatis ſemper eſt in æquilibrio cum pondere promente; ille, qui a pondere Atmoſphæræ compreſſus eſt, vi æquali huic ponderi reaget: idcirco Aer in phiala conculſus cum Mercurio, cui tubus ab utraque parte apertus inhæret, demto Aere ex tubo, Mercurium ſua elaſticitate ex phiala ad eandem in tubo altitudinem pellet, quæ in Barometro vulgari eſt; ſi nempe Aer interim non rarefactus ſit (1).

Si autem Aer in aliquo vaſe duplo denſior reddatur, duplo magis elaſticus erit, adeoque Mercurium in tubo aperto ad altitudinem eadem, ac eſt in Baroſcopio, poſſet pellere: ſive Mercurii loco, Aquam ultra altitudinem 32. pedum. Quamobrem denſiſſimus Aer vaſi DDBB, quod Fonti componendo inſervit, incluſus, Aquam AABB ſalire faciet ad magnam altitudinem. Ab Aere compreſſo, & hinc magis elaſtico, jactus aquæ ex fonticulo Heronis & Niewentytii pendet (2).

Tab.12. Fig.11. Tab.15. Fig. 2.

Hinc

(1) Idipſum ita experimento liquet. Tubus [*Vide fig.* 22. *Tab. Addit.*] utrimque apertus altera ſui extremitate immergatur in vas hydrargyro ſemiplenum, tum operculo CD idem tegatur vas, itaut exigua aeris pars argento vivo FH & operculo CD interjecta cum externo aere nullo modo communicet. Præterea ope antliæ pneumaticæ extrahatur ex tubo AB aer; & ſtatim videbitur mercurius ad ſolitam 29 pollicum altitudinem in tubo aſcendere. Atqui ad eandem altitudinem aſcendit mercurius in experimento torricelliano, cum Atmoſphæra in argentum vivum FG incumbit, Ergo mercurius in vaſe tantundem premitur ab elatere incluſi aeris CFGD, quantum a totius Atmoſphæræ pondere.

(2) Memoratus fonticulus eſt hujuſmodi. In *fig.* 2. *Tab.* 15, F & I duo vaſa exhibent aquam continentia, mediano veluti ſepto ab invicem ſeparata, utraque ſurſum deorſum accurate clauſa. Item X Z & repræſentent alia bina vaſa mediano ſepto OQ ab incivem diſtincta; aerem ambo continebat, ac accurate ſuperius ſint clauſa. Per tubum AC in vas X immittatur aqua, ibi contentum aerem in tubum DE comprimens. Compreſſus hic aer ob auctam ſuam vim elaſticam, aquam in vaſe F contentam per tubum GL in vas X protrudet;

ex-

Hinc quoque intelligitur, quomodo Aer valde condenſatus in Sclopeto pneumatico, globum plumbeum vi ſumma explodere poſſit, adeo ut is effectus vix minores, quam a pulvere pyrio actus, edat. (1) Tab. 12. Fig. 12.

Ex iisdem principiis explicari poterunt vitrei Urinatores, Fonticulus Sturmii dicto audiens, aliaque phænomena. (2) Tab. 12. Fig. 15. 16. 13. 14.

§. 1100.

excepta hic aqua, contentum aerem comprimi neceſſe eſt in tubum NP, qui idcirco aer aquam in vaſe I comprehenſam per tubum SR ſurſum expellet, fietque hac ratione aquæ jactus ex R.

Huc etiam ſpectat ejuſmodi vaſis conſtructio, ex quo tantundem vini exprimi poteſt, quantum aquæ immittitur, itaut vinum ex aqua gigni appareat. Deſignatur hoc vas *fig.* 3. *Tab.* 15., in qua CD medianum ſeptum exhibet lateribus accurate commiſſum, ac vas in duas veluti æquales partes diſpeſcens, ex quarum alterutra in alteram per tubum ES communicatio datur. Inferior vaſis capacitas per foramen N impletur vino, accurate dein eo clauſo foramine. In ſuperiorem præterea vaſis cavitatem per tubum ABP immittatur aqua, hac inibi contentus aer comprimetur, & per tubum SE ſuæ elaſticitatis vi in ſubjectum vinum premendo aget, ut proinde aperto in O foramine per id, vinum expelli neceſſe eſt.

[1] Scopletorum pneumaticorum diverſas conſtructiones videſis apud Merſennum *in phænom. Pneum. prop.* 32. & 33., Gaſparum Schottum *in Mechanica Hydraulico-Pneumatica par.* 2. *claſ.* 1. Honoratum Fabri *in Scient. Phyſ. Tract.* 1. *l.* 2. *prop.* 248., Sturmium *in Phyſ. Elect. t.* 2. *art.* 3. *de Elemento Aeris c.* 3. Totum hujus machinæ artificium eo ſpectat, ut ope antliæ vel ſyringis MN aer in exterioris tubi cavitatem ECDR, quantum poteſt, comprimatur; tum ita compreſſo aeri continuo fiat aditur ex K in interiorem tubum extrema parte A patulum; ita enim aer vi ſua elaſtica non minori velocitate globum K expellere poteſt, quam vi pulveris pyrii idem projiceretur.

(2) Vitrei urinatores, de quibus hic Auctor, ſunt hominum vel aliorum animalium ſimulacra ex vitro efformata: hæc vel intus cava ſunt, in pedum veſtigiis patentia exiguis foraminulis; vel ſolida ſunt, & adnexos habent vitreos globos intus cavos contortis tubis in extremitate patulis donatos, quemadmodum in *fig.* 15. & 16. *Tab.* 12. deſignantur. Tria, quatuor, vel etiam plura ejuſmodi ſimulacra in cylindricum vas aqua plenum immergantur, cujus vaſis ſuperior pars pelle ipſam aquam contingente accurate claudatur. Hæc vero ſimulacra etſi ex vitro conſtent, quod aqua gravius in ſpecie eſt; quoniam aerem intus incluſum etiam habent, ejuſdem vel etiam minoris gravitatis ſpecificæ, quam eſt aqua, eſſe debent, ut prope-

§. 1100. Vis, qua particulæ Aereæ ſe mutuo repellunt, eſt in ratione reciproca diſtantiarum, quæ ſunt inter particularum centra.

Sint

pterea vaſis fundum non petant. Quod ſi bacillo comprimatur pellis ſuperiorem vaſis extremitatem contegens, aqua deorſum pulſa per patulos ſimulacrorum meatus aere ſtagnantes recipietur, compreſſo inibi contento aere: quamobrem graviora in ſpecie facta ſimulacra, deorſum ſua gravitate ruent. Ablato vero bacillo, ſeu ſublata omni vi externa aerem ſimulacrorum comprimente, conſtrictus aer reſtituetur, & ejecta ex ſimulacrorum cavitatibus aqua, priſtinam ſuam gravitatem ſpecificam illa nanciſcuntur, atque adeo ſurſum elevata ad priora loca commigrabunt. Atque hac ratione varii conciliari poſſunt his ſimulacris motus; ad libitum ſcilicet ſpectatoris modo ſtare, modo ſurſum vel deorſum moveri.

Sturmii præterea fonticulus, de quo Auctor, eſt fons intermittens, ſeu aquam per intervalla excludens, qualis *fig.* 14. *Tab.* 12. deſignatur. Ejus vero effectus ut facilius intelligatur, ſit A B (*fig.* 13. *Tab.* 12.) tubus vitreus utrimque patulus, qui inferiori parte B in apicem deſinat, ſuperiori vero pollice D claudi accurate valeat. Si hic aqua, vel liquore quovis impleatur; nil ejus ex foramine B decidet, dummodo ſuperior ejus pars pollice clauſa fuerit: verum ſublato pollice ob ſuperius incumbentis aeris preſſionem, aqua ex B delabetur, totuſque deplebitur, ſi ita apertus maneat. Quod ſi inter aquæ fluxum ſuperior ejus pars A iterum claudatur, tum ob concluſi aeris elaſticitatem aqua eouſque protrudetur, donec is aer expanſus & debilitatus una cum ſuperſtite intra tubum aqua ponderi Atmoſphæræ æquilibrium faciat. Atque ita ſi per vices pars tubi ſuperior A modo claudatur, modo aperiatur, aqua ex D nunc ſiſtetur, nunc decidet, ſicque interruptus veluti fons efformabitur. His præmiſſis facile modo intelligitur effectus fonticuli intermittentis *fig.* 14. *Tab.* 12. exhibiti. Per vaſis ABB axem aſcendit tubus EC utrimque patulus, ac foramine in F exciſus. Tubus hic accurate afferruminatur tam vaſi ſuperiori ABB, quam inferiori MN. Vas ſuperius foramen habet in A cochlea munitum, quod accepta aqua tegi & accurate claudi poteſt: in inferiori vero parte K K variis foraminulis exciſum eſt aditum aquæ exhibentibus, veluti hic ſex ob exagonam vaſis figuram. In inferiori vaſe eſt foramen G ita conſtitutum, ut aqua per id non defluat, niſi ad altitudinem foraminis F in vaſe aſcenderit, totumque foramen contegerit: dico aquam ex foraminulis K, K per intervalla fluere. Contenta ſiquidem aqua in vaſe ABB ſuo pondere ex foraminibus KK defluet, donec per foramen F in locum exeuntis aquæ ſubire aer poteſt. Quamprimum vero aqua delapſa foramen F occluſerit, omniſque adeo aeri intercluſus ſit aditus, fluere aqua deſinet, perinde ac in tubo AB *fig.* 13 occluſo foramine A aquæ fluxus

ſiſti-

Sint duo tubi æquales XAE, ZBI, qui contineant Aeris quantitates inæquales, ita ut diſtantiæ inter centra particularum in XAE, ſint ad eas in ZBI, uti 2 ad 1, erit numerus particularum conſiderandarum in latere DE, ad eum in HI, uti 1 ad 2, idemque obtinet in latere EG, & IM, tum in DX & HZ. Quare erit numerus particularum agentium in ſuperficiem DG, ad eum in HM, uti 1 ad 4; & numerus particularum in cubo XAE, ad eum in ZBI, uti 1 ad 8. Vires, quæ in ſuperficies æquales DG, HM, agunt, ſunt ut vires, quibus Aer comprimitur. Poſſunt etiam vires in has ſuperficies DG, HM, agentes conſiderari tanquam compoſitæ ex numero particularum agentium, & actione ſingularum particularum. Adeoque hæc ratio compoſita debebit conſtare ex rationibus componentibus, quæ ſunt in A, ad eas in B, uti 1 ad 8. Sed numerus particularum agentium contra ſuperficiem DG, eſt ad eum contra HM, veluti 1 ad 4; adeoque altera componens ratio neceſſario eſt uti 1 ad 2; verum hæc eſt ratio actionis ſingularum particularum, & diſtantiæ centrorum ſunt uti 2 ad 1: quare erit hæc actio particularum in XAE, ad eam in ZBI, veluti diſtantiæ centrorum particularum in B, ad eas in A. (1) Tab.12. Fig.17.18.

§. 1101.

ſiſtitur. Cum vero aqua ad ſuperiorem uſque orificii F partem aſcendit, per foramen G in inferioris vaſis N cavitatem ruit; quamobrem aperto iterum foramine F, ac novo per id admiſſo aere in vas ABB, ex foraminulis K, K iterum fluet aqua, donec ejus tanta exierit quantitas, quæ denuo foramen F obtegat: atque ita per intervalla fluere aquam patet. Et quoniam ex recepta in cavitatem MM aquæ quantitate prænoſci facile poteſt temporis punctum, quo effluxus ſiſti, quo renovari debet, veluti imperari is poteſt, & tanquam dicto audiens imperito vulgo obtrudi.

(1) Ad majorem hujus veritatis intellectum, animadvertere juvat majorem aut minorem corporum elaſticorum numerum, dum ita diſpoſita ſunt, ut centra habeant in eadem recta linea, minime vim reſiliendi adaugere; hanc vero vim eam eſſe, qua duo quælibet ex his corporibus ſe mutuo repellunt. Sint e.g. ſpiræ A, B, C, D, E [*Vid. fig.* 23. *Tab. Addit.*] quarum una alteri incumbat, ſupremæ vero incumbat pondus P; patet jam ex ſuperius demonſtratis planum XY eadem vi premi a ſpira E, dum pondus

ei

§. 1101. Cognita Aeris elaſticitate, intelligitur, quomodo ex recipientibus ope Antliæ Pneumaticæ Aer exhauritur. Concipiamus enim embolum a fundo Antliæ recedere, & inter hanc atque recipiens communicantem tubum dari; Aer ſua elaſticitate ſe expandet, Antliam ingredietur vacuam, donec in hac, & in recipiente æque rarefactus exiſtat: Expulſo hoc Aere ex Antlia, & iterum a fundo remoto embolo, qui ad eum adactus erat, ut Aer expelleretur, denuo Aer ex recipiente, ſe expandendo, in Antliam ingredietur: idque reciprocato embolo in Antlia, continuo fiet; quamobrem ope Antliæ Aer perpetuo magis magiſque rareſcet: Antlia igitur Aer tantum rarefieri, non autem prorſus exhauriri poteſt.

§. 1102. Solet *Vacuum* Antlia factum, vocari *Boyleanum*; quod proinde non eſt adeo perfectum, quam *Torricellianum*, quod in ſuperiori parte Barometri habetur, & quod Tubo & Mercurio efficitur.

§. 1103. Inventor Antliæ Pneumaticæ, circa elapſi ſeculi medium, in Germania fuit Otto Guirikius, qui pulcerrima cum ea fecit pericula. Hæc impulerunt Nob. Boyleum, adjutum opera Gratoricis, Hoo-

ei ſuperincumbit, qua premeretur ab ipſo pondere P, ſi nulla interjecta eſſet ſpira; eademque ratione ſpira E pari vi premitur a pondere P, ac ſi inter ſpiram E & pondus P alia ſpira D interponeretur; atque ita ſi aliæ ſpiræ atque aliæ interponantur, demonſtrabitur planum XY eadem vi premi, atque adeo ſpiram E eadem reſiliendi vi ſemper donari, ſive plures, ſive pauciores ſpiræ inter primam E & pondus P interjectæ fuerint. Porro ſpira E eadem vi premit planum XY, qua pellit aliam vicinam ſpiram D, hæc vero æquali vi ſpiram E repellit; ergo vis hæc reſiliendi ea eſt, qua duæ quælibet ſpiræ ſe mutuo repellunt. Hinc vero liquet vim, qua aeris particulæ ſe mutuo repellere nituntur, creſcere cum eadem proportione, qua diſtantia inter earum centra decreſcit. Duplicato enim pondere P, ſpiræ ſeu aeris particulæ B, C, D, E ad dimidium ſpatium conſtringuntur, adeoque diſtantia inter earum centra dimidia erit; & triplicato pondere, diſtantia inter centra erit tertia pars ejus, quæ erat antea, dum a ſimplici pondere P ſpiræ præmebantur; atque adeo diſtantia inter centra eadem proportione decreſcit, qua pondus ſeu vis elaſtica & expanſiva augetur.

Hookii, & Papini, ad ſimilem Antliam in Britannia conſtruendam, quacum plurima inſtituendo experimenta Philoſophiam Naturalem ſummopere promovit, hinc *Machina*, vel *Antlia Boyleana* ſæpe vocatur. Eadem tempeſtate Leydæ a Cl. Voldero alia inventa fuit, quacum An. 1675. in Laboratorio Phyſico experimenta inſtituta Leydæ fuerunt. Hanc machinam, noſtra tempeſtate Cl. 's Graveſandius ad magnam perfectionem & ſimplicitatem reduxit, ita ut levi opera, & breviſſimo tempore, ex Recipientibus maxima Aëris copia exantlari poſſit.

§. 1104. Aërem igni expoſitum rarefieri, proditum eſt in §. 775., adeoque Aëris elaſticitas augetur, qua ſe quaquaverſum explicat, vel dilatare nititur. Aër contra a frigore in volumen minus condenſatur, ac ſi elaſticitatis partem amiſiſſet. Calefacti Aëris vis demonſtratur, cum teneræ vitreæ incluſus phialæ hermetice clauſæ, igni magno exponitur, quippe ſe rarefactione adeo diſtendit, ut cum inſigni crepitu phialam diſplodat (*a*). Veſicam antea non turgentem adeo inflat, ut prorſus crepet. Verum accuratiora circa vires rarefacti Aëris inſtituit Amontonſius (*b*) tentamina: quibus invenit, Aëris magnam aut parvam quantitatem, vaſi incluſam, a calore aquæ ebullientis tantam vim ſua rarefactione acquiſiviſſe, quæ ad pondus Atmoſphæræ foret, uti 10 ad 33, aliquando uti 10 ad 35, quod aliquoties etiam obſervavi, quippe Aer ita calefactus elevare potuit Mercurium in tubo ad altitudinem $8\frac{2}{7}$ pollicum, ſtante Mercurio in Barometro ad pollices 29.

(*a*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1710.

[*b*] L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1708.

Cum autem Aer in vaſe denſior, quam eſt Atmoſphæricus, reddebatur, & pari modo ejus vires in Aquæ ebulliente explorabantur, deprehenſus fuit habuiſſe expandendi vires in proportione denſitatis ſuæ (*c*): ita Aer ſiccus eſt comparatus: ſimulac autem vel tantillum humidi in ſe ceperit, vires longe majores acquirit; verum hæc non ab Aere, ſed ab elaſticitate ſumma vaporis pendent, & ideo quoque eventus experimenti Amontoſiani non eſt omni

[*c*] L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1702.

tempore & loco idem, ſed varietatibus ſubjicitur.

§. 1105. Quantum vero Aer ab igne rarefieri poteſt? Aeris expanſionem a termino Glaciei incipientis, ad ſummum calorem æſtivum, qui in Britannia datur, eſſe uti 6 ad 7, obſervavit Hauksbejus (a), quæ & in noſtra regione fere etiam datur proportio, niſi quod fervidiſſimo die expanſionem paulo majorem deprehenderim. Eſt volumen Aeris a ſtatu incipientis glaciei uſque ad calorem, quem Aqua ebulliens cum eo communicat, veluti 2 ad 3. Verum Cl. Bernouillius Petropoli obſervavit expanſiones Aeris in aqua fervente, die æſtivo calidiſſimo, & die brumali frigidiſſimo, uti 6, 4, 3 (b). Eſt volumen Aeris, frigidi inſtar glaciei, quæ formari incipit, ad eum calentem in vitro, quod liqueſieri incipit, veluti 1 ad 3, ſi nempe Aer fuerit ſiccus; ſi autem aliquantum humidus fuerit, rareſcit in volumen duodecies majus, imo ulterius, quam in ſtatu incipientis glaciei fuerat. Hæc experimenta perpetuo pro Aeris humiditate & ſiccitate differunt.

[a] Phyſic. Mechan. Experim. pag. 170. Tentamina Floren. pag. 39. P. I.

(b) Bernouilli Hydrodyn. Sect. 16.

§. 1106. Quæſitum fuit, an Aer ſua elaſticitate orbari omnino, vel pro parte poſſit, ita ut quaſi ad languorem aliquem reducatur? Elaſticitatem integram perſtare 16 annorum ſpatio affirmavit Robbervallius (c): illibatam eam, in Aere compreſſo, quinque annorum intervallo manſiſſe, accuratiſſimo mihi conſtitit experimento. Ex nonnullis experimentis opinatus fuit Hauksbejus, Aerem compreſſione ad languorem poſſe reduci; cum in vaſe Aer condenſatus aliqamdiu manet, deinde ſibi libere committitur, ut exeat quid poſſit, tum vas iterum claudatur, idque æque calidum elapſo tempore aperiatur, denuo exibit Aer, qui ad aliquem languorem redactus videtur, cum cæteroquin prima vice ex vaſe egreſſus fuiſſet: non tamen difficultate caret obſervatio. Cæteroquin Aerem ope ſulphuris incenſi elaſticitate orbari poſſe, Haleſius demonſtravit.

(c) Du Hamel. Hiſt. Acad. L. 4. S. 6. C. 1.

§. 1107. Aer ſibi libere commiſſus, & a cauſa comprimente liberatus, intra Fluidorum interſtitia ſe ſemper in formam ſphæræ expandit; veluti videre eſt,

cum

cum Fluida ſub recipiente ponuntur, atque ex hoc & illis Antliæ ope Aer exhauritur.

§. 1108. Quantum Aer, cum ſibi libere committitur, nec amplius a vi quacunque externa comprimitur, ſeſe ſua elaſticitate expandere poteſt? Difficillime huic quæſtioni reſponderi poteſt; quia ex diverſiſſimis Fluidis elaſticis Atmoſphæra componitur, quorum elaſticitas admodum differt: ſi igitur quæratur, quantum Aer virgineus, quantum quodlibet aliud Fluidum elaſticum expandatur? prius hæc Fluida pura & non permiſta capienda ſunt, quod factu difficillimum. Deinde altera difficultas datur; quomodo in ſpatio inani ponemus ejuſmodi particulas, ut non amplius in ſe agant, ſed una ſibi libere committantur? nondum ſolutum eſt hoc Problema: ex craſſioribus nonnullis experimentis in maſſa notabili Aerea captis, colligere licet, Aerem, prout ad Terræ ſuperficiem fuerat, adeo rarefactum intumuiſſe, ut ſpatium 4000 majus occupaverit. Verum ad fluidum elaſticum, quod Aquæ admiſcetur, attendendo, ſæpe obſervavi, unicam ejuſmodi fluidi particulam, in tepente Aqua, ſe in volumen 46656000000 majus, quam antea conſpiciebatur, expandiſſe. (1)

[1] Cl. Boylius, aliique experti ſunt aerem nullius ope caloris dilatari poſſe in ſpatium 13769 vicibus majus ſpatio, quod prope terram ab Atmoſphæræ pondere compreſſus occupat. Cum vero Regiæ Londinenſis Academiæ Socii aerem ſexaginta vicibus coarctari poſſe teſtentur, ſi 13769 ducas in 60, habebis ſpatium aeris ſumme dilatati, ad ejuſdem maxime coarctati ſpatium, ut 13769 x 60, ſeu ut 826140 ad unitatem. Cumque, ut demonſtratum eſt, ſpatia ab aere occupata triplicatam habeant rationem ejus, quam habent intervalla inter centra particularum aeris, ſequitur [reperta radice cubica proxima numeri 826140, quæ eſt 93] intervallum inter centra particularum aeris ſumme dilatati, pluſquam 93 vicibus ſuperare intervallum, quo diſtant earundem particularum centra, dum aer eſt ſumme coarctatus. Hinc argumentum traxit Newtonus, ut putaret aeris particulas non inſtar arcus aut ſpiræ formatas eſſe, ſed cum magna vi & ingenito ſe mutuo expellendi principio; cum aliter concipi non poſſe arbitretur quomodo fere centies quaquaverſus ſe expandere poſſint aeris particulæ, & ita decies centies millies majus ſpatium occupare.

§. 1109. Eſt Aer admodum neceſſarius Animalibus plurimis, more humano reſpirantibus; animantes enim a ſpiratione Aeris ſuſtinentur: idcirco Animalia incluſa recipienti, ex quo Aer educitur, reſpirare amplius nequeunt, nec Pulmones ab eo explicari; ſed hi ſibi commiſſi, propria vi contractili ſe conſtringunt, vaſa ſanguinea comprimunt, ita ut non amplius ſanguis per Pulmones, nec ex Corde dextro in ſiniſtrum, tranſire poſſit, quare ceſſante ſanguinis circulo, de vita animalis actum eſt. Volatilia majora, ut & Terreſtria animalia, ſatis cito moriuntur: Piſces diutius quidem vitam protrahunt, moriuntur tamen: nonnulla inſecta in vacuo viva manent, alia moriuntur: intumeſcunt tamen omnia, propter Aerem, in ſanguine & omnibus humoribus hoſpitantem, qui, ſublata Atmoſphæra extrinſecus comprimente, ſe in vaſis expandit, atque ita tumorem univerſo corpori conciliat.

§. 1110. In condenſato Aere animalia diu, bene & hilariter vivunt; præcipue ſi continuo novus Aer adferatur, & aliquid antiqui ex recipiente emittatur. Hinc Urinatores vivunt ſatis bene in ampla campana merſa ſub Aqua, in Aere a 300 pedibus Aquæ compreſſo, & novies denſiori, quam eſt ad Terræ ſuperficiem, tantum novo Aere aliquantum reficiantur, & aliquid antiqui Aeris ex campana expellatur, veluti quotidianis obſervationibus confirmatur (*a*). Ceteroquin Animalia plurima in eodem Aere, & non renovato, clauſa, brevi moriuntur; & quidem eo citius, quo vas, in quo hærent, fuerit minus. An id propter exſpirationes e ſuis Pulmonibus, tum ob reliqui corporis tranſpirationes, noxias vitæ, inutileſque reſpirationi? An quia Animalia Aerem in reſpiratione conſumunt, aut eum ex ſtatu elaſtico in fixum reducunt (*b*)? An potius eſt aliquid in Aere, quod Spiritu ductum alit & ſuſtentat animantes, quod neceſſarium eſt ad vitam continuandam, quod continuo ab Aere ſecretum, ſanguini in Pulmonibus admiſcetur, quod ab Animali in vaſe conſumto, actum eſt de vita? Stant Philoſophi

(*a*) Philoſ. Tranſ. N. 444 Clare motion of Fluids

(*b*) Hales hæmaſta-tic. app. Exp. 6. pag. 323.

ſophi pro hiſce ſententiis : Forte, qui omnes ſimul conjungit, propius ad veritatem accedet.

§. 1111. Quemadmodum Aer ad vitam Animalium neceſſarius eſt, ita quoque primaria eſt cauſa Vegetationis Plantarum : nullum enim ſemen in vacuo Terræ commiſſum, humectatum, fotumque germinat, veluti in aperto Aere (*a*) : imo omnes plantulæ, vel muſci minimi fuerint, vel aquatiles algæ in loco, ex quo abeſt Aer, aut ubi idem aſſiduo ſtagnans quieſcit, ſtatim moriuntur (*b*).

(*a*) Philoſ. Tranſ. N. 23.

(*b*) Boerhave Chem. Vol. 1. p. 428.

§. 1112. In Aere Aquei vapores natant, nunc pauciores, nunc copioſiores : Aquam autem in poros Vegetabilium & Animalium ſe penetrans, partes removet, relaxat, tumefacit : adeoque Aer vaporibus ſcatens, & cum iis ſe intra poros nonnullorum corporum inſinuans, efficit, ut ab hoc vapore corpora eadem, ac ab Aqua, mutationes ſubeant. Operam dederunt Philoſophi, ut vaporum copiam, in aere diverſo tempore natantem, menſurare poſſent. Inſtrumenta, huic ſcopo inſervientia, adpellantur *Hygrometra*, *Hygroſtathmica*, *Hygroſcopia*, vel *Notiometra*, quorum inventum adſcribitur Maignano. Conficiuntur diverſiſſimæ figuræ ex Lignis, Funibus, Chordis inteſtinorum, Pergameno, Spongiis, Corio, Cotoneo, Spicis ariſtarum, Oleo vitrioli, &c. Præſtantiſſimam methodum Florentini (*c*) tradiderunt : varias plurimaſque alias Leupoldus (*d*) collegit. Verum nulli confidere licet, omniaque recenſita magnis defectibus ſubjiciuntur; plurimum etiam differunt mobilitate recentia & vetera. (1)

[*c*] Tentam. Flor. pag. 14. & ſeq.

(*d*) Theatr. Static. Univerſ. Part. 1. C. 7.

L 3 §. 1113.

(1) Quorundam Hygrometrorum conſtructionem in tironum gratiam hic exhibere haud abs re fuerit : Funis cannabinus, aut nervus fidium (*Vide fig. 24. Tab. Addit.*) A B per parietis longitudinem extendatur ſuper rotula B; alterique ejus extremo D pondus alligetur, cui infixus ſit ſtylus F G. Eidem parieti affigatur lamina metallica H I in quotvis partes æquales diviſa : conſtructum erit Hygrometrum; aeris enim humor funium & chordarum longitudinem ſenſibiliter minuit, quo expirato prior longitudo reſtituitur, ut experimentis pluribus compertum eſt. Aeris ergo aucto humore pondus

§. 1113. Nec inutile, nec inamœnum erit, univerſam Atmoſphæram conſideraſſe, cujus partem quaſi tantum huc uſque perſpeximus. Atmoſphæra ab omni parte Terrarum orbem amplectitur; qui ſi quieſceret, nec circa axim diurno motu circumageretur, ex legibus Gravitatis Atmoſphæræ figura ſphærica foret, quia non poteſt quieſcere Fluidum, niſi a centro Gravitatis univerſa ſuperficies æqualiter diſtiterit.

§. 1114. Verum Terra circa ſuum axim motu diurno, & cum ea ſimul Atmoſphæra vertitur: quamobrem hujus partes diverſis viribus centrifugis ab axe recedent, eo majoribus, quo ab axe plus diſtant, per §. 411. & quidem directione perpendiculari ad axim recedent.

§. 1115. Idcirco figura Atmoſphæræ evadet ſphæroidea; nam ejus partes in Æquatore, & in vicinis ab utraque parte locis, multo plus ab axe diſtant, quam in locis Polis propioribus; & ſupra Polos erit vis centrifuga minima: Atmoſphæræ igitur axis major per Æquatorem, minor per Polos tranſibit.

§. 1116. Quoniam in plano tranſeunte per Æquatorem vis centrifuga Gravitati eſt directe oppoſita, Aër Æquatori & locis vicinis incumbens omnium maximam jacturam gravitatis patietur; ſed eo minorem, quo Aër regionibus Polo propioribus incubuerit: adeo ut in locis Polaribus vis centrifuga nihil de gravitate Aëris tollat, cum in eam ſub Æquatore directione perpendiculari agat. Quamobrem pondus Atmoſphæræ ſupra Æquatorem debebit apparere minimum, prope Polos maximum: quemadmodum obſervationes Baroſcopicæ quoque evincunt.

§. 1117. Sed & Aër ſupra Æquatorem debet eſſe

multo

dus G aſcendet, imminuto deſcendet, indicabitque index F G in lamina H I aſcenſus vel deſcenſus ſpatia, ideſt, varios humiditatis aeris gradus. Quod ſi ſenſibilius Hygroſcopium deſideres, funem aut nervum fidiculum circa plures trochleas circumvolve, ut in *fig.24.*Tab. Addit.* & reliqua fiant ut ante. *Vide Wolfii Aerom. cap.* 7. *probl.* 45.

multo rarior, utpote minus ponderans, minuſque inferiorem, cui incumbit, comprimens, quam in locis majoris latitudinis, in quibus craſſior ſive denſior erit.

§. 1118. Quamvis igitur easdem exhalationes corporum terreſtrium Atmoſphæra, ubivis in ſe reciperet, erit tamen Aër prope ſuperficiem Terræ in diverſis regionibus admodum diſcrepantis denſitatis & raritatis; diſcrimen augent montes, valles, exhalationes valde diverſæ, vapores; veluti id homines experiuntur, cum in nonnullis regionibus Aërem conditioni ſui corporis magis convenientem, quam in aliis animadvertant (*a*).

(*a*) Lucret. lib. VI. Ver. 1101.

§. 1119. Aër in ſuperiori parte Atmoſphæræ ſibi libere eſt commiſſus, adeoque ſe, quantum poteſt, expandet. Quo editior eſt Aër, & quo longius a Terrarum colluvie receſſit, hoc ſincerior puriorque eſt: pars ima & vicina Terris comprimitur a pondere ſuperioris: erit hic igitur compreſſus, ſpiſſior, & in minus volumen adactus. Quamobrem ſi rectam conceperimus, a ſuperficie Terræ ad ſupremam Atmoſphæræ ſuperficiem; in hac particulæ Aëreæ variæ magnitudinis erunt, eo majores, quo Atmoſphæræ limitibus ultimis propiores fuerint.

§. 1120. Quoniam in Baroſcopio Mercurius a pondere Atmoſphæræ premitur, ut in hac regione in ipſo Terræ ſolo ad altitudinem 29 pollicum Mercurius adſcendat, ſi quis cum Baroſcopio turrim vel montem adſcenderit, in cacumine non tanta copia Aëris, quam ad radicem, Mercurio incumbet, ideo, hic minus preſſus, etiam ad minorem altitudinem in tubo ſuſpendetur: periclitationes in multis regionibus captæ id comprobaverunt. Ipſe in Trajectina altiſſima Turri ſum expertus, Mercurium in Tubo $\frac{1}{12}$ pollicis deſcendiſſe, quotieſcumque 82 $\frac{4}{12}$ pedes Rhen: adſcenderam. Fevilleus in littore Teneriffæ Mercurii altitudinem obſervavit 27. poll. 9 $\frac{5}{6}$ lin.; excelſiſſimum deinde montem 2193 hexapeda-

 rum

rum adſcendit, in cujus vertice Mercurius tantum altitudinis 17 poll. 5. lin. fuit. Non tamen id perpetuo pari proportione in eadem regione, vel in diverſis obtinebit, quia Atmoſphæra non ſemper eſt æque gravis, nec æque pura, nec imprægnata exhalationibus æque ponderoſis: nec æque calida, aut frigida, nec æque elaſtica. Inde provenit, ut, qui obſervationes alias examinat, eas non prorſus inter ſe congruere animadvertat, etiamſi in eodem monte captæ fuerint (*a*).

(*a*) Tentamina Florent. pag. 51. & ſeq.

§. 1121. Si experimenta cum Baroſcopio inſtituantur in diverſis montis excelſiſſimi altitudinibus, Mercurius in conſtanti proportione, quæ ex Lege Elaſticitatis ſequitur, non ſubſidet; ſed ſemper Mercurius minus deſcendit, quo altius adſcenditur; veluti obſervationes plurimæ a Caſſino, Plantade, Clapjes, (*b*) & Scheuchſero (*c*) captæ oſtenderunt: procul enim abeſt, ut Aëris expanſiones ſint in ratione inverſa ponderum prementium, cum in ſublimi Aëre expanſiones fuerunt in majori ratione, quam inverſa duplicata ponderum: hæc pendent 1°. a variis viribus centrifugis, quibus in diverſis altitudinibus partes Aëris ſurſum pelluntur. 2°. a differenti Aëris gravitate ad varias diſtantias a centro Terræ, ſecundum §. 228. 3°. Sed & Aëris puritas, & hinc oriunda elaſticitas in altitudinibus variis diſcrepat.

[*b*] Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1705. 1733.

[*c*] Phil. Tranſ. N. 405.

§: 1122. Quoniam igitur lex Elaſticitatis in ſuperiori Aëre nondum cognoſcitur, ex ea Atmoſphæræ vera altitudo erui non poteſt. Methodus illam ex crepuſculis determinandi eſt quoque admodum incerta, cum horum initium & finem accurate aſſignare non liceat. (1)

§. 1123.

(1) Celeberrimam inter recentiores Philoſophos quæſtionem de Atmoſphæræ altitudine, variaque aeris in ſublimioribus regionibus denſitate hic jejune attigit Auctor. At operæ pretium erit, ſi potiora huc ſpectantia ratiocinia memoremus. Jam vero ex ſuperius indicatis patet ſpecificam aeris gravitatem eſſe ad gravitatem aquæ. ut 1 ad 800: eſt vero aquæ gravitas ſpecifica ad hydrargyri gravitatem, ut 2 ad 27, ſeu ut 800 ad 10800; ergo ex æquo ordinate erit gravitas

§. 1123. Si oculos ſurſum tollamus, cælum videmus cæruleum; quia ſpatia cæleſtia ſupra Atmoſphæram ſunt inania; idcirco apparent nigra; verum

vitas ſpecifica aeris ad ſpecificam mercurii gravitatem, ut 1 ad 10800; atque cylindrus aeris altitudinis 10800 digitorum, ſeu pedum 900, ejusdem ponderis erit cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti: quare hydrargyri 28 digiti barometro contenti, qui cum Atmoſphæra æquilibrantur, pondere ſuo columnam aeris æquabunt altitudinis digitorum 302400, ſeu pedum 25200, dummodo aer in tota ſua expanſione eandem ubique obtineret denſitatem, idemque adeo ſub eodem volumine pondus.

Verum cum aer ob vim elaſticam dilatetur, ſeſeque expandat pro ratione, qua minuitur ſuperincumbentis Atmoſphæræ pondus, non eandem ubique denſitatem obtinebit, ſed eo majorem, quo propius Telluri ſpectatur. Quam ob rem ſit columna aeris (*Vid. fig. 25. Tab. Addit*) A B C D a telluris ſuperficie A B ad Atmoſphæræ uſque ſummitatem D C exporrecta, ſitque diviſa in innumeras partes æquales A F, E H, G M &c., æqualibus ſcil. ſumtis altitudinibus A E, EC, G L &c. Etſi vero aer A F per totam altitudinem A E non eandem ubique denſitatem obtineat, nec aer E H per totam altitudinem E G eandem præciſe denſitatem habeat, quoniam vero magnitudines A F, EH exiguæ valde ſupponuntur, quod per ſingularum altitudinem occurrit denſitatis diſcrimen, ut exiguum & inſenſibile contemni merito poteſt, ejusdemque adeo denſitatis ſingulæ ſpectari poſſunt per totam earum altitudinem. Jam vero demonſtratum eſt aeris varias denſitates eandem inter ſe rationem habere, quam habent pondera quibus comprimitur; adeoque erunt denſitates aeris in ſpatiis æqualibus A F, E H, G M &c. inter ſe ordinatim ut pondera aeris ſuperincumbentis E S F, G S H, L S M &c. Sed in ſpatiis æqualibus A F, E H, G M &c. denſitates ſunt, ut materiæ quantitates inibi contentæ per §. 659, pondera vero quibus aer comprimitur, ſunt ut quantitates materiæ ipſorum ponderum; erunt aeris quantitates æqualibus ſpatiis A F, E H, G M &c. contentæ, inter ſe ordinatim, ut quantitates aeris ſuperincumbentis E S G, G S H, L S M.

Eſt igitur aeris quantitas AF ad quantitatem aeris E H, ut quantitas aeris E S F ad aeris quantitatem G S H, & alternando AF : ESF :: EH : GSH, & invertendo E S F : A F :: G S H : E H, & componendo A S B : A F :: E S F : E H, & iterum alternando ASB : ESF :: A F : E H. Et eodem modo demonſtrabitur eſſe ESF : GSH :: E H : G M; & ita porro. Si ergo demonſtretur quantitates aeris in ſpatiis A S B, E S F, G S H &c. eſſe continue proportionales, conſequens erit aeris quantitates ſpatiis A F, E H, G M &c. contentas eſſe etiam continue proportionales. Quod vero aeris quantitates A S B, E S F,

rum Aër reflectit lucem Solis, eam non in radiolos ſeparando; hæc lux albet: proinde cælum, & nigredinem cum alba luce permixtam contemplantes, co-

E S F, GSH &c. ſint continuo proportionales, ex modo dictis facile liquet; eſt enim A S B : A F : : ESF : E H; ergo convertendo ASB : ESF : : ESF : GSH. Similiter eſt ESF: EH : ; GSH : G M; ergo etiam convertendo ESF : GSH : : GSH : LSM; & ita porro. Aeris igitur quantitates æqualibus ſpatiis A F, E H, G M &c. contentæ geometricam progreſſionem component. Sed his. aeris quantitatibus reſpondent eorundem denſitates; erunt igitur denſitates aeris in ſpatiis æqualibus A F, E H, G M &c. in continua geometrica proportione. Jam vero altitudines AE, AG, AL &c. quibus dictæ aeris portiones a telluris ſuperficie diſtant, æquali omnes intervallo ſe ſuperant, ſuntque adeo in continua arithmetica proportione: creſcentibus igitur dictis altitudinibus in arithmetica progreſſione, reſpondentes aeris denſitates in continua progreſſione geometrica minuentur, ſeu, quod ad idem recidit, reſpondentes aeris raritates augebuntur in continua proportione geometrica, quemadmodum Cl. Hallejus invenit.

Quæ hactenus demonſtrata eſt, varias aeris denſitates definiendi, invicemque comparandi ratio, in Galilæana gravitatis hypotheſi locum modo vindicat, ſupponendo ſcilicet gravitatis vim ubique conſtantem, & quantitati materiæ proportionalem. At ſciendum Cl. Newtonum *prop.* 21. *&* 22. *l.* 2. *Princip. Math.* eandem denſitatum rationem inquirere in aliis gravitatis hypotheſibus, hæcque ille ſtatuit theoremata. 1. Si gravitatis vis reciproce proportionalis ſupponatur diſtantiarum quadratis, ſumanturque diſtantiæ in progreſſione muſica, erunt reſpondentes aeris denſitates in progreſſione geometrica. 2. Si gravitatis vis reciproce proportionalis ſit diſtantiæ a centro, ſumanturque diſtantiæ a centro continuo geometrice proportionales, erunt reſpondentes aeris denſitates continuo etiam proportionales. 3. Si gravitatis vis ſit directe ut diſtantia, ac ejuſmodi ſumantur diſtantiæ, quarum quadrata arithmeticam progreſſionem conſtituant, erunt reſpondentes aeris denſitates in progreſſione geometrica. Atque ita definitam habes denſitatum aeris rationem in ſingulis his hypotheſibus, quas reapſe in tellure obtinere probabile reputat Cl. Newtonus. Ubi & illud ſpectari hic etiam opportunum erit, quod ex præſcripta denſitatum aeris ratione in hypotheſi gravitatis reciproce diſtantiarum quadratis proportionalis, conſequitur, ipſique Newtono indicatur *prop.* 41. *l.* 2. *Princ. Math.*, quod ſcil. ſi aſcendatur a ſuperficie terræ ad altitudinem ſemidiametri terreſtris, aer ibi rarior fit, quam apud nos, in ratione longe majori, quam ſpatii omnis infra orbem Saturni, ad globum diametro digiti unius deſcriptum; atque adeo globus aeris noſtri digitum unum latus ea cum raritate, quam haberet in altitudine ſemidia- metri

Digitized by Google

colorem cæruleum percipimus; eodem modo ac pictores ex albo nigroque pigmento cæruleum conficiunt. Non autem Aër ex luce colorem cæruleum ſe-

metri terreſtris, impleret omnes Planetarum regiones ad uſque ſphæram Saturni, & longe ultra; quemadmodum fuſius deductum eſt a Davide Gregorio *Aſtronomiæ Phyſicæ l.* 5. *prop.* 3. Verum quæ hactenus ex Newtono indicavimus, locum modo habent, dummodo ſupponatur aeris denſitatem viribus comprimentibus eſſe proportionalem, ſeu eſſe aeris compreſſi ſpatia ponderibus comprimentibus reciproce proportionalia, quod ſane prope telluris ſuperficiem reapſe obtinere plura experimenta probant. Verum fingi quoque poſſunt aliæ condenſationis leges, veluti quod aeris compreſſi denſitas ſit in ratione ſubduplicata, vel duplicata vis comprimentis, vel quod cubus vis comprimentis ſit ut quadrato-quadratum denſitatis, vel ut quadrato-cubus denſitatis &c.. In his vero ſingulis hypotheſibus, denſitatum proportio per ſublimiorem Geometriam erui ſemper poterit, ut videre eſt in Mon. Acad. Reg. Scient. A. 1716., ubi hanc materiam ſubtiliſſime tractat Varignonius.

Sed redeamus ad Galilæanam gravitatis hypotheſim, videamuſque quid ulterius ex ea pro definienda Atmoſphæræ altitudine conſequi poteſt. Quæ ſecundum illam obtinent progreſſiones geometrica & arithmetica, prior ſcil. denſitatum, altera altitudinum, hanc proprietatem ſervant, ut ſumtis duobus terminis quibuſcunque progreſſionis geometricæ, e. g. denſitatibus aeris in ſpatiis EH, QC, quibus in arithmetica progreſſione reſpondent altitudines AE, AQ, ratio quam habet denſitas aeris AF (nempe primus progreſſionis geometricæ terminus) ad denſitatem aeris EH, tantundem contineatur in majori ratione, quam habet eadem denſitas AF ad denſitatem aeris QC, quantum altitudo AE continetur in altitudine AQ. Quo poſito ex data in duabus diverſi aeris regionibus denſitate, facile colligi poteſt altitudo cuivis datæ alteri denſitati reſpondens; adeoque poſito ultimo raritatis gradu, ultra quem nequeat ulterius aer rarefieri, nullo negotio totius Atmoſphæræ altitudo colligi poſſet. Jam vero conſtat ex Mariotti, & Hallei obſervationibus, argentum vivum in barometro ad diſtantiam 82 pedum ſupra terræ ſuperficiem, decima fere digiti parte deſcendere; quare cum prope tellurem conſiſtat intra tubum ad altitudinem 28 digitorum, ſeu 280 partium digiti decimarum, ſupra turrim 82 pedes altam conſiſtere debet mercurius ad altitudinem 279 earundem partium: ſed aeris denſitates ſunt ut pondera, quibus comprimitur; ergo erit aeris denſitas in telluris ſuperficie, ad denſitatem ſupra turrim, ut 280 ad 279. Dictum eſt etiam ex Boylio aerem nullius ope caloris dilatari poſſe in ſpatium 13769 vicibus majus; quare ſi ad ultimum atmoſphæ-

ſeparat, quia tum omnia objecta, lucem reflexam ab Aëre excipientia, cærulea viderentur.

§. 1124. Quotieſcunque corpora terreſtria fermen-
tan-

ſphæræ terminum ita dilatatus ſit aer, erit denſitas aeris prope tellurem ad denſitatem, quam habet in ultimo Atmoſphæræ termino, ut 13769 ad unitatem, ſive ut 3841551 ad 279. Atqui eadem aeris denſitas prope telluris ſuperficiem eſt ad denſitatem ſupra turrim altam pedes 82, ut 280 ad 279; quare hæc denſitatum ratio tantundem in illa majori denſitatum ratione continetur, quantum numerus 280 continetur in numero 3841551: tantundem ergo, ex dictis, pedes 82 contineantur oportet in totius Atmoſphæræ altitudine, quæ idcirco per regulam auream prodibit pedum fere 1125026.

Finita jam eſſet omnis de Atmoſphæræ altitudine controverſia, ſi reapſe in omnibus aeris regionibus ſuperius poſita proportio obtineret inter aeris denſitatem, elaſticitatemque, cum ponderibus comprimentibus: verum utut in inferioribus, & prope tellurem aeris regionibus ea proportio obſervatur, in ſuperioribus tamen regionibus non accurate cum experimentis & obſervationibus quadrat. Dictum quippe eſt cylindrum aeris altum pedes 900, & ejuſdem ubique denſitatis, quam habet prope telluris ſuperficiem, ejuſdem eſſe ponderis cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti; atque adeo decimam partem digiti argenti vivi ejuſdem eſſe ponderis ac 90 pedes aeris. Si igitur aer per totam Atmoſphæram æque denſus eſſet, & ejuſdem ubique ponderis ſub eadem mole, ut argentum vivum in barometro decima digiti parte deprimatur, attolli deberet barometrum ad altitudinem pedum 90 ſupra tellurem. Eſt vero aer ad majorem a Terra diſtantiam dilatatus, ac minori pondere onuſtus; igitur multo major quam 90 pedum eſſe debet altitudo ſupra tellurem, in qua adductum barometrum decima digiti parte minuitur. Verum inter variationum barometri indagatores, qui maxime extendunt hanc altitudinem decimæ digiti parti competentem, non majorem 82 pedum eam aſſignant: quare in regionibus ſuperioribus minor eſt aeris denſitas, quam quæ eſſe deberet juxta poſitam cum ſuperincumbente pondere proportionem; & in majoribus a terra diſtantiis adhuc longe minorem eſſe aeris denſitatem deprehenderunt Cl: Caſſinus, ceterique qui ad producendam Obſervatorii Pariſienſis lineam meridianam, plurium montium altitudines ſumma diligentia explorarunt.

Id ſane diſcrimen inter proportionem denſitatis aeris cum ſuo pondere prope telluris ſuperficiem, & in altioribus regionibus, ex eo potiſſimum oritur; quod non eadem ſit aeris hujus & ſuperioris natura. Imprimis enim non idem eſt in utroque aere calor, cujus vi aeris elaſticam facultatem plurimum augeri conſtat. De-
inde

tantur, efferveſcunt, putrefiunt, comburuntur, vel Fluida ſupra ignem ebulliunt, ejaculantur ex ſe exhalationes fluidas, raras, tenues, vix conſpicuas, ela-

inde infimus hic aer vaporibus e terra, marique proſilientibus, eſt refertiſſimus, quibus ſane vel nulla, vel exigua valde eſt elaſticitas, iidemque ob mollitiem facile inter ſe cohærere & in pluviam abire poſſunt. Hinc liquet aerem hunc inferiorem ob exiguam vim elaſticam, qua præditus eſt præ illa, qua ſuperior aer pollet, longe denſiorem eſſe, ſuperiorem vero ob majorem ſe expandendi vim longe rariorem eſſe, quam pro ratione ſuperincumbentium ponderum. Hæc elaſticitatis lex in ſuperiori aere experimentis nullis, & obſervationibus innoteſcit: quam vero in inferiori aere obtinere deprehendimus, ob variatas jugiter ejus conditiones ex variis vaporum, exhalationumque quantitate, & qualitate nec conſtans eſſe poteſt: hinc Atmoſphæræ altitudinem ex hoc fonte derivari quandoque poſſe omnino deſperandum.

Quænam vero eſt methodus Auctori indicata Atmoſphæræ altitudinem ex crepuſculis definiendi, ſi horum initium, vel finis accurate cognoſci poſſet? Ut clarius res tota aperiatur, ſit (*Vid. fig. 26. Tab. Addit.*) AHI circulus in telluris ſuperficie in eodem plano cum eo, quem Sol infra horizontem deſcribit, circa quem ſit alius concentricus circulus OEK continens in eodem plano aeris portionem, quæ Solis radios ad tellurem reflectens, crepuſculum gignit. Sit A oculus in telluris ſuperficie, cujus horizon ſenſibilis ſit AF. Jam vero Sole infra hunc horizontem depreſſo; nulli ejus radii directe poſſunt ad oculum A pertingere, quod ſcil. per 16. l. 3. Elem. inter tangentem A F, & circulum AH nulla duci poteſt recta linea: At eodem Sole infra horizontem A F degente, veluti in L, plures dantur radii, quæ in Atmoſphæræ particulas incidentes, veluti in B, inde ad oculum reflectantur per B A, ſuntque hi crepuſculorum cauſæ. Ex puncto E ſuperficiei aeris reflectentis, ubi horizon ſenſibilis circulum O E K ſecat, ducatur EG circulum AHI tangens in G, ſitque Sol in hac linea; & erit radius incidens GHE in A reflexus ad oculum, ob æquales angulos C E A, CEH, eritque qui primus mane ad oculum pervenire poteſt, & ultimus qui veſpere ibidem pertinget; eoque idcirco crepuſculi matutini initium, & veſpertini finis denotatur. Detur vero ejuſmodi crepuſculi matutini initium, vel etiam veſpertini finis, & dabitur angulus G E F, qui Solis, ad id crepuſculi initium vel finem, depreſſionem metitur; & quia E A tellurem quoque tangit, ob angulum C A E rectum, erit angulus ACH æqualis angulo depreſſionis Solis GEF, uterque enim cum angulo A E H duos rectos conficit; eritque adeo angulus ACE dimidio anguli G E F æqualis. Sit itaque Solis, exeunte crepuſculo, depreſſio 18 graduum, & erit

elaſticas, ſonoras, Aëri ſimiles, ab eo tamen proprietatibus differentes, veluti vidimus in §. 1060. Hæc, ut & alia fluida elaſtica in Atmoſphæra deprehenduntur; hæc examinanda quoque forent, niſi anguſtiis temporis excludaremur; de hiſce nonnulla videri poſſunt apud præſtantiſſimos Philoſophos, Boyleum, Mariottum, Coteſium, Reaumurium, s' Graveſandium, Haleſium.

CAP. XXXVII.

De Sono.

§. 1125. Sonus 1°. aliquam conditionem in corporibus ſonantibus notat; 2°. tum quandam affectionem in Aëre, ab his ſonantibus inductam. 3°. Ideam, quam Mens format, poſtquam ab Aëre ſonante organum Auditus affectum fuit. Hoc ordine breviſſime tria percurram.

§. 1126. Sonum excitari obſervamus, quotieſcunque corpus Firmum, vel Fluidum per Aërem celeriter movetur; veluti cum tenue vimen antrorſum & retrorſum celeriter vibratur. 2°. vel cum Aër in corpora Firma quieſcentia rapidiſſime incurrit, uti cum ventus ſpirat in arbores, rudentes, fiſtulas. 3°. vel cum duo corpora Firma, in Aëre poſita, inter ſecol-

& erit angulus A C E novem graduum. Notis itaque in triangulo rectangulo A C E angulo A C E, & noto latere CA ſemidiametro telluris æquali, innoteſcet ex Trigonometria latus CE, atque adeo NE, Atmoſphæræ Solares radios reflectentis altitudo. Patet igitur ex noto crepuſculi initio, vel fine, Atmoſphæræ altitudinem lucis radios reflectentis facile innoteſcere. At nulli hactenus certi definiti ſunt limites, quibus crepuſculorum initium vel finis continetur; eorum quippe duratio pendet ex quantitate materiæ in aere ſuſpenſa ad lucis inflexionem idonea, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore denſatus aer humilis eſt, & exinde cito deſinunt crepuſcula, ſeroque incipiunt: æſtate vero calore rarefactus aer altior eſt, & diutius a Sole illuſtratur, unde protrahuntur crepuſcula. Nova jugiter & in qualibet anni tempeſtate contingere in Atmoſphæra poſſunt, quæ crepuſculorum durationem modo longiorem, modo breviorem reddunt, quæque ſane mortalium nemo definire poterit.

colliduntur. Nunquam autem Aër ſolus per ſe ſonat, neque corpora firma in vacuo poſita; ſed oportet, & Aër, & corpora adſint, quæ in eo moveantur.

§. 1127. Inveſtigandum igitur eſt, quis motus in corpore Firmo requiritur, ad Aërem ita afficiendum, ut inde Sonus eliciatur. Ob oculos ponatur chorda elaſtica recta A B, tenſa utrimque in A & B, hæc a cauſa quacunque E, in ſitum A E B inflectatur, tum ſubito laxata ſe elaſticitate reſtituet, eundo etiam in ſitum oppoſitum A C B. Dum vero ita vibratur, partes ejus, quæ ſibi mutuo impoſitæ erant, veluti in F G, partim a ſe recedunt, cum chorda in ſitum H I K inflectitur, partim ad ſe comprimuntur, quia decreſcit chordæ craſſities: adeoque partes componentes nunc a ſe recedunt, nunc ad ſe accedunt, chorda ex una inflexione in aliam eunte & redeunte. In his motuum generibus non conſiſtit corporis Sonus. Verum ſi chorda A B, a corpore quodam duro percutiatur, ita ut non modo inflectatur in ſitum A E B, ſed etiam partes percuſſæ alio adhuc motu tremuio agantur, tum durante partium tremore Sonus excitatur.

Tab.13. Fig. 2.

Tab.13. Fig. 3. 4.

Tab.13. Fig. 2.

Hoc patet ex ſequentibus experimentis: 1. Sit A B fides Clavicymbali, quæ calamo corvino percutiatur, oſcillabit, ſonabit; decidente clavi, obducta panno, ceſſat ſonus, pergetque adhuc vibrari fides; prope ipſam corpus durum, in quod incurrat, teneatur, iterum ſonabit, ab hoc autem corpore oſcillationes impediuntur, non augentur; excitatur tamen Sonus, quia novus tremor partibus attactis inducitur.

Tab.13. Fig. 2.

2°. Chorda A B, ſupra violinum tenſa, percutiatur plectro, uncto ſebo vel oleo, vibrabitur chorda, non tamen ex ea elicietur ſonus; plectrum autem exaſperetur colophonia, ab eo percuſſus nervus ſonabit, nunc non tantum oſcillantibus partibus, ſed ſimul trementibus alio motu.

3°. Prout chorda A B, tenſa ſupra violinum varia directione, vel perpendiculari ad longitudinem,

vel

vel obliqua, percutitur, alius auditur Sonus, qui non ab oſcillationibus pendet; nam chorda eodem modo vibratur: ſed ob alium partium tremorem differt Sonus.

4°. Si chorda longa percuſſa ſonet, non modo unus ſonus, ſed plures, & quaſi integer concentus auditur, Muſicis peritis teſtantibus: fit autem una tantum oſcillationis ſpecies, tremoris vero plures, prout nonnullæ partes facilius, & citius, aliæ lentius tremunt.

5°. Nec tantum in fidibus & chordis, ſed in quibuſcunque corporibus ſonantibus id obtinet: nam percutiatur campana, ſonum edet; expectetur, donec Sonus non amplius audiatur, tum nondum campanæ oſcillationes deſinent; deinde teneatur aliquod corpus durum prope campanam, in quod vibrationibus ſuis incurrat, iterum edetur ſonus.

6°. Si ſupra campanam nix ceciderit, pulſata campana vix ſonabit, non quia oſcillationes deſinunt, ſed motus partium ſubſultorii, a mallei ictu inducti, ceſſant.

Tab. 13. Fig. 5. 7°. Si tenacula A C B prius adducta, deinde laxata, elaſticitate agatur, & contremiſcat, non ſonabit, verum pars C A extrinſecus in aliquod durum corpus incurrat, quod oſcillationes potius minuit, illico audietur ſonus.

8°. Si fides vel chorda parum tenſa ſit, & vehementer percutiatur, parvus vel nullus ex ea elicietur ſonus, quamvis in magnas agatur oſcillationes, ſi vero valde tenſa fuerit, licet parum percutiatur, clare ſonabit.

Qui pluribus hanc ſententiam adſtructam cupiat, conſulat Perraultum (*a*), Carreum (*b*), de la Hirium (*c*). (1)

(*a*) Eſſay de Phyſiq.

[*b*] L'Hiſt. de l'Acad. Roy. An. 1709.

[*c*] L'Hiſtor. de l'Acad. Roy. An. 1716.

§. 1128.

(1) Juvat tamen in majorem hujus doctrinæ confirmationem ſequentia obſervare. 1. Si campana vitrea immobiliter parieti adfixa parvo intervallo ab oppoſito clavo diſtet, interimque campana pulſetur, ut ſonum aliquem edere poſſit, vel oculis ipſis intuebitur immobilem campanam iteratis ictibus clavum percutere, idque tandiu fieri,

do-

§. 1128. Quoniam igitur Sonus in motu tremulo, vel ſubſultorio partium in corpore ſonante conſiſtit, atque varii tremoris gradus, majores minoreſque eſſe poſſunt, etiam Soni intenſitas, tum a magnitudine tremoris, partibus inducti, tum a multitudine partium trementium pendebit. Idcirco ad Sonum intenſum ſuſcitandum cauſa vehementer percutiens corpus requiritur; tum ut dura ſit: hinc ſi a malleo ligneo molli campana percutiatur, vix ſonabit; ſi a metallico, vel ferreo duriſſimo, etiamſi æque gravi feriatur, multo intenſius ſonabit: ſi calamiſtro corvino fides percutiatur, gratus & intenſus orietur

 ſonus,

donec perdurat ſonus. Quod ſane argumento eſt campanam eo tempore, quo ſonum emittit, quoad omnes ſuas minimas partes totam tremere, motuque hoc tremulo quemadmodum clavum, ita aerem circumfuſum iteratis ſæpius ictibus percutere; eoque motu per aerem omnem propagato, auditus ſenſorium adfici, tandemque nobis ſonum percipi. Quod ſi tremuli hujus motus partium campanæ nulla fiat in aere communicatio, nulla erit ſoni perceptio. Hinc ſi in recipiente machinæ Pneumaticæ incluſa fuerit campanula utut vehementi ictu percuſſa ſonum nullum edet, quod ſcil. tremulus partium campanæ motus tum aeri externo non communicetur.

2. Si poſt ictum mallei campanæ incuſſum, campanam ipſam manu apprehendas, aut ſi major fuerit, quam ut manibus apprehendi valeat, extenſis brachiis amplecteris, eam notabiliter tremere, & brachiis tremorem communicare deprehendes. At longe breviori tempore perſeverabit tremor ille, quam ſi nulla ratione eam tetigiſſes; diutiſſime enim poſt inflictum malleo ictum, præſertim campanæ ingentis magnitudinis, tinnitus perſeverat, qui ab alterius corporis contactu vel omnino deſtruitur, vel plurimum impeditur. Quamdiu tinnitus ille perſeverat, tremulus campanæ motus ſenſu percipi poteſt, ſi digiti extremum quolibet in loco campanæ admoveas.

3. Si vaſis vitrei latera digito circumducto ita premantur, ut ſonum emittant, palam eſt aquam ipſo vaſe contentam tremore cieri, & ferme ebullire, adeout minutis ſubſultibus minimæ ipſius particulæ quandoque ſurſum exiliant. Si ſcutellam, vel ſimile vas argento vivo impleas, videbis ejus ſuperficiem criſpari, variiſque tremoribus agitari, quotieſcunque vel campanæ pulſantur, vel currus ſtrepitum, aut alium quemvis ſonum audieris; quinimo vix ac ne vix quidem audies e longinquo appropinquantium equorum, vel curruum ſtrepitum, cum jam hydrargyrum tremore ſuo illum indicare obſervatur.

ſonus, ſi id vero flexilius fuerit ex anſere, vel alia ave, percuſſa fides vix ſonabit.

§. 1129. Quoniam omnia corpora Elaſtica concipiendis & continuandis tremoribus ſunt aptiſſima, erunt quoque hæc maxime ſonora, veluti experientia probat: hinc fides fiunt ex Orichalco & Chalybe; & Chordæ ex inteſtinis Animalium; & Inſtrumenta Muſicorum ex lignis admodum elaſticis, quæ Sonum ſemel excitatum, aliquamdiu producunt. Mollium vero partes vix contremiſcunt, hinc percuſſa hujuſmodi corpora vix ſonant, aut ſonum unius momenti tantum edunt, veluti cum plumbum percutitur, vel Fluidum ex vaſe ad aliud Fluidum affunditur (1).

§. 1130. Si duæ chordæ tenſæ percutiantur, ſonentque, atque altera lentius, altera citius, ſuas oſcillationes abſolvat; Sonus ab utraque excitatus, & comparatus, appellatur *Tonus*; horum ille *Gravior* dicetur, quem lentius oſcillans excitat; alter *Acutior*, quem chorda celerius agitata edit. Omnes idcirco Soni referuntur ad *Tonos Graves* & *Acutos*: termini autem ubi deſinunt Graves, & incipiunt Acu-

(1) Patet itaque corpora eo magis ſonora eſſe, quo denſiora fuerint, majorique elaterio donata: quippe ceteris paribus, plures corporis partes ex eodem ictu tremorem concipiunt, majoribuſque vibrationibus moventur. Cum autem tremulus ſonori corporis motus aeri neceſſe eſt communicetur, ut ad aures uſque noſtras perveniat, conſequens eſt eo fortius corporis ſonum aures percellere, quo aeris denſitas, & elaſticitas majores fuerint. Hinc 1. liquet in aperto aere ſonum calore minui, in clauſo vero calore augeri; apertus enim aer ubi calore afficitur, ſeſe continuo dilatat, ſuamque adeo elaſticitatem denſitatemque imminui neceſſe eſt. Contra ſi aer undique clauſus ſit, ſeſe minime poterit dilatare, quo fit ut priorem retinens denſitatem, auctam habeat elaſticitatem, quapropter augeri ſonum neceſſe eſt. 2. Æſtate ſonos minores eſſe, ceteris paribus, quam hyeme, quod ſcil. aer terram ambiens calore rarefactus, minori elaſticitate, minorique denſitate præditus ſit. 3. Sonos ceteris paribus majores eſſe noctu, quam interdiu; nam ſicut aer æſtate calorem, frigus hyeme contrahit; ſic pariter friget noctu, cum interdiu a Sole incaleſcat. 4. Demum in compreſſo aere majores eſſe ſonos, quod in eo cum aucta denſitate, augeatur etiam elaſticitas.

Acuti, pendent ab arbitrio; hi nonnunquam a Muſicis ponuntur, ubi eſt media littera C in Clavicymbalo (1).

§. 1131. Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oſcillationum utcunque convenire, ſaltem in plurimis occaſionibus; etiamſi id non univerſaliter verum ſit, uti colligimus ex tonis editis a chorda, quæ directione obliqua vel recta percutitur; tum quæ a digito ad obſtaculum levius vel fortius apprimitur, quæ cum oſcillationibus iisdem tonos diverſiſſimos edit.

§. 1132. Chorda tenſa, & non a nimis magna vi percuſſa, ab initio ad finem tonum eundem edit.

Obſervatum enim fuit, chordæ A F B inflexiones ACB, ADB, AEB, a ponderibus in medio C, D, E, appenſis, eſſe ut hæc pondera; quum autem elaſticitatis actio ſit ut pondus inflectens, erit ea uti eſt Tab. 13. Fig. 6.

M 2 in-

(1) Diverſitas igitur tonorum gravis & acuti ex crebritate & frequentia vibrationum, non vero ex majori vel minori earundem velocitate (quæ Ariſtotelis opinio fuit) dependet. Quod ut facilius intelligatur, tende primum ſonoram chordam, ſed paulo laxius, ut illius itus, redituſque, vel ipſis oculis obſervare poſſis. Aerem ſane hæc chorda quolibet itu ac reditu pulſat, aer vero pulſus ad aurem perveniens, auditus ſenſorium movet; ſed quoniam quæ eo motu fit in ſenſorio plaga jam conſolidata eſt, nullo ejus remanente veſtigio, dum appulſu alio nova fit plaga, ob ſenſibile interjectum tempus inter unum & alterum appulſum: hinc fit, ut nulla fere excitetur ſoni perceptio. Tende paulo vehementius chordam, itaut itus redituſque inobſervabiles ob crebritatem fiunt, tum stridorem quendam, ſibilumve aure percipies, quod appulſus ad aurem tacti plurimum continentes non patiuntur plagam ſemel factam conſolidari. Tende chordam adhuc vehementius, & clarum demum percipies ſonum ob appulſus magis magiſque continentes. Hinc ergo patet vibrationum majorem, minoremve frequentiam tonorum varietatem inducere. Quod de chorda dictum, circa cetera ſonora corpora obtinere putandum eſt: ſic lentus flatus in tibiam immiſſus ſonum edit nullum, ob non crebros pulſus, repulſuſque intra latera tibiæ; neque lentus flatus ex pulmonibus emiſſus ſonat, ob parum crebros pulſus, repulſuſque per arteriam, ipſumque os; ita enim quæ in organo fiunt plagæ ob pulſuum infrequentiam ſatis cito conſolidantur; ſed vehementiori flatu ſonus percipitur, ob frequentiores, manenteſque in ſenſorio plagas.

inflexio, ſive diſtantia a puncto F. Proinde actio elaſticitatis cum gravi in Cycloide P Q R moto comparari poterit, cujus vis ſemper eſt ut diſtantia a puncto infimo Q; unde hoc grave æqualibus temporibus ſuas oſcillationes magnas parvaſque abſolvit; quamobrem chorda elaſtica etiam æqualibus temporibus ſuas oſcillationes A C B, A D B, A E B peraget, tonumque eundem edet.

Tab. 13. Fig. 7.

§. 1133. Cl. Sauverius (*a*) ſupputavit viam a chorda certo tempore abſolutam, cum maximis oſcillationibus agebatur, poſtea cum minimis, edendo tamen eundem tonum, obſervavitque viam in primo caſu intra minutum ſecundum fuiſſe 72 majorem, quam in poſteriori caſu; ex quibus ſequitur Soni intenſitatem, nondum mutato tono, poſſe fieri 72 majorem.

(*a*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1700.

§. 1134. Cum vero elaſticitas in inflexionibus majoribus, in majori proportione, quam ſunt inflexiones, reagat, chorda valde percuſſa, & inflexa, velocius ſuas oſcillationes abſolvet, adeoque tonum acutiorem edet; imo fieri poteſt, ut ſtrideat: hinc quoque Tibia, vehementer inflata, tonum multo altiorem edit, quam ſi leniter infletur.

Id ex comparatione cum duobus pendulis æque longis, ſed actis a variis viribus gravitatis, demonſtrari poteſt; erunt enim tempora oſcillationum in ratione ſubduplicata inverſa gravitatum per §. 592.

Tab. 13. Fig. 8. §. 1135. Obſervatum fuit, chordam AB 96 pedes longam, & a quodam pondere tenſam, intra minutum ſecundum ſemel oſcillaſſe: poſito pectine in medio C, partem ejus dimidiam pari tempore duas oſcillationes abſolviſſe; poſito altero pectine in D, medio ipſius C B, partem BD quater oſcillaſſe: poſito pectine in hujus medio E, partem B E octies eodem tempore oſcillaſſe.

Quamobrem ſemper prout erat chordæ longitudo, ita fuit reciproce numerus recurſuum.

Tab. 13. Fig. 8. §. 1136. Obſervamus præterea, chordam A B tenſam, aliquem edere tonum, chorda CB edit tonum

in

in Octava altiorem, D B iterum eſt in Octava, & hujus Octava eſt E B: quamobrem acuties tonorum ſunt reciproce uti longitudines chordarum.

§. 1137. Toni proinde excitantur a chordis, determinatas oſcillationes quodam tempore abſolventibus. Quoties oſcillationes, pari tempore peractæ, ſunt inter ſe, veluti ſequentes numeri, Toni aliquibus nominibus inſigniti fuerunt a Muſicis.

1 ad 1 Uniſonum.	4 ad 3 Quarta.
2 ad 1 Octava.	5 ad 4 Tertia major.
3 ad 2 Quinta.	6 ad 5 Tertia minor.
5 ad 3 Sexta major.	9 ad 5 Septima minor.
8 ad 5 Sexta minor.	15 ad 1 Septima major.

Septem Toni conſtituunt Octavam, octavus enim Tonus eſt primus ſequentis octavæ.

Auris exercitata poteſt in Octava diſtinguere Tonos 43 diverſos (*a*): jacent inter ſingulos plurimi alii intermedii, quos humana Auris diſtinguere nequit.

(*a*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1700.

§. 1138. Octavæ tam adſcendentes quam deſcendentes poſſunt eſſe multæ: omnem Sonum, qui diſtincte & cum voluptate ab homine audiri poteſt, in decem Octavis contineri, opinatur Sauveurius, in octo Eulerus (*b*): idcirco tonus acutiſſimus 1024 oſcillationes conficiet, quo tempore graviſſimus unam abſolvit: in qualibet enim Octava altiori eſt tempus dimidium præcedentis; eſt auttem $\frac{1}{1024}$ numerus $\frac{1}{2}$ elevatus ad decimam potentiam.

[*b*] Tentam. Muſicæ C. 1.

§. 1139. Numerus vibrationum, quas chordæ tenſæ dato tempore perficiunt, eſt ut radix quadrata ponderis tendentis, diviſi tum a pondere chordæ, tum a ſua longitudine: idcirco ſi duæ chordæ ejuſdem longitudinis & craſſitiei tendantur diverſis ponderibus, erunt pari tempore numeri oſcillationum, uti radices quadratæ ponderum tendentium: poſitis igitur ponderibus uti 1 ad 4, edent chordæ tonos in octava.

§. 1140. Si duæ chordæ ejusdem craſſitiei differant longitudine, & tendantur ponderibus, quæ ſunt veluti quadrata longitudinum, oſcillationum numerum pari tempore eundem habent, adeoque ſunt uniſonæ.

§. 1141. Si duæ chordæ æque longæ differant craſſitie, tenſæ in ratione craſſitiei ſunt uniſonæ.

§. 1142. Idcirco duæ chordæ, longitudinis & craſſitiei diverſæ, tenſæ in ratione compoſita, ex ratione craſſitiei & duplicata longitudinis, erunt uniſonæ.

§. 1143. Ex hac doctrina patet, quare in Inſtrumentis Muſicis chordæ diverſæ craſſitiei & aliquando diverſæ longitudinis adhibeantur: quare chordæ breviores percuſſæ tonos acutiſſimos edant: & quomodo a tono graviſſimo Baſſi eadem chorda diſponi poſſit, ut ſtrideat acutie? Quomodo numerus vibrationum cognoſci poſſit pro quolibet tono, a primo audibili & graviſſimo, uſque ad acutiſſimum, fere ſtridentem auri humanæ: cum illius oſcillationes ſint intra M". ur $12\frac{1}{2}$, hujus vero 12800, nam

$12\frac{1}{2} \times 1024 = 12800.$

§. 1144. Quæcunque de chordarum oſcillationibus memoravimus, obtinent in omnibus corporibus ſonoris, quæ percuſſa in ſimiles oſcillationes & partium tremores excitantur, uti patet in campanis, poculis vitreis, &c. quæ percuſſa, ex rotunda figura ovalem induunt, eundo & redeundo; veluti ad oculum demonſtramus. In his vero idem quoad tonos & oſcillationum numerum contingere, patet ex Experimento Galilæi (*a*). Cum enim oram ſcyphi vitrei Aquam continentis, perſtringebat digito, ſonus excitabatur, & undæ in Aqua: digito dein validus ſtringente vitrum, ut tonus eſſet in Octava altior, undæ naſcebatur minores, quæ infinita cum accuratione quamlibet undam ex prioribus bifariam dividebant.

(*a*) Mechanicæ Dialog. I. p. 90.

§. 1145. Videamus nunc quoque breviter, quid ſit So-

Sonus in Aëre, cujus Theoria ſubtiliſſima eſt, quam penitus abſolviſſe videtur Nob. Newtonus; verum leviora tantum fundamenta ſternam, quæ a Tyronibus capi poſſunt. Quoniam undæ in Aëre ſuſcitatæ Sonum producunt, breviter quomodo undæ in Aëre ſint comparatæ, expediam.

§. 1146. Concipiamus igitur animo particulas Aëreas, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, æquali a ſe poſita intervallo. Sit in *a*, corpus elaſticum, vel firmum contremiſcens, cujus partes in Aërem incurrant, eumque moveant directione *a f*: Aëris vehementer compreſſi notabilis copia ſubito laxetur, parique modo incurrat in alium aërem directione *a f*; particulæ ejus *a*, *b*, *c*, celerrime motæ, incurrunt in partes anteriores, quæ ipſis reſiſtunt; has autem promovendo acervant, condenſantque, donec denſati Aëris elaſticitas ſua reſiſtentia motum partium incurrentium ſuſtulerit; ideo in intermedio aliquo loco *e*, inter *d* & *f*, denſitas Aëris ſit maxima, minor in *d*, *c*, *b*, minima in *a*. Tab. 13. Fig. 1. 9.

Aër denſior & magis elaſticus in *e*, proinde retro aget particulas, quæ ex ſuo loco receſſerant, ita ut *a*, redeat in priſtinum locum cum reliquis inter *d*, & *a*, intermediis.

§. 1147. Formata ita fuit prima unda Aërea; quoniam vero particulæ, *e*, *f*, elaſticitate ſe quoquoverſus expandunt, directione ad *m* quoque ferentur; aſſumtaque diſtantia *f m* æquali *a f*, maxima Aëris denſitas iterum generabitur inter *k*, & *m*, minima in medio inter *e*, & *k*, quoniam partes elaſticæ *e*, *f* ſe reſtituendo, motu accepto in majorem raritatem expanduntur; quare ab actione elaſticitatis majori inter *k* & *m*, retropellentur iterum particulæ directionibus *l e*, *l r*, donec intermediæ priſtinum locum & denſitatem recuperaverint: ita formata eſt altera unda, pari modo ſequentes formabuntur.

§. 1148. Non autem hæ undæ ſe habent, veluti orbes in Aquæ plana ſuperficie concentrici, ſed in Aëre fiunt quaſi in ſuperficie Sphæræ, quia Aër

condenſatus ſe quoquoverſus vi æquali expandit, & non fiunt hæ undæ in ſuprema ſuperficie, veluti in Aqua, ſed in medio Aëre. Hæ undæ Sonum producunt, qui modis ſequentibus propagatur.

§. 1149. Omnis Sonus propagatur in expanſionem ſphæricam, cujus centrum corpus ſonorum occupat. Sit campana in loci ampli medio ſuſpenſa, hæc pulſata audietur ab omni parte, in qua auris ponitur: hinc Soni intenſitas decreſcit in ratione duplicata inverſa diſtantiarum a corpore ſonante.

§. 1150. Sunt quoque cuilibet ſono ſui termini, ultra quos non amplius auditur.

Si quis enim alta voce locutus ad diſtantiam 100 perticarum audiri poſſit, hic tamen nequaquam audietur ad intervallum 1000 perticarum. An autem termini, ultra quos non amplius auditur Sonus, definiri poſſunt? nequaquam; nam hi pendent a magnitudine Soni, quæ determinari non poteſt. Quouſque quidem propagatus fuerit ſonus, ex nonnullis obſervationibus utcunque habetur: Florentiæ, rogante Newtono, tormenta bellica exploſa ſunt, quorum ſonus auditus fuit Liburni, & ad arcem veterem ſupra montem Rotundum, quæ quinque milliaribus ulterius diſtat: intervallum Florentiæ & Liburni eſt 50 Milliarum Italicorum, ſolum intermedium eſt montoſum, & ventus viæ ſoni non favebat. Ceteroquin exploſa Liburni tormenta audiuntur uſque ad portum Ferrajo, inde diſtantem *66* milliaribus. Gallis Genuam expugnantibus, tormentorum ſonus auditus fuir Liburni, quæ diſtantia eſt *90* milliarium Italicorum (*a*). Nihil autem certi quoad limites ſoni determinari poterit; etiamſi magnitudo Soni cognoſceretur, quia ejus propagatio pendet a vento, ab Aëris puritate, intermixtis exhalationibus, elaſticitate, denſitate, calore, & ab intervallis inter ſingulas particulas.

[*a*] Philoſ. Tranſ. N.113.

§. 1151. Propagatur ſonus ſatis lente (*b*), non tamen ſemper pari cum celeritate, ſive in eadem, ſive in diverſis regionibus, quamvis ventus nullus ſpiraverit. Videtur Gaſſendus inter primos fuiſſe, qui

(*b*) Lucretius l. VI.v.166.

ad

ad ſpatium a ſono intra datum tempus percurſum attendit. Hic invenit, Sonum intra minutum ſecundum pedes 1473. percurriſſe: accuratius tamen Florentini Philoſophi ope incenſarum Balliſtarum, a quibus dato intervallo aberant, velocitatem Soni determinaverunt; cum enim flamma eodem fere tempore ab adſtantibus & remotis ſpectatoribus conſpicitur, intervallum temporis inter viſam flammam & auditum ſonum ab Obſervatore, in dato ſpatio a Balliſta, dat celeritatem Soni: ſecundum Florentinos Sonus intra M", pedes 1185 (a) percurreret; poſtea clariſſimi in Gallia Philoſophi, Caſſinus, Hugenius, Picardus, Romerus, eidem examini intenti, Sono viam 1172. Pariſ. pedum (b) aſſignaverunt. Flamſtedius & Halleyus in Britannia idem repetentes, poſuerunt pedes Pariſinos 1070, quam menſuram Nob. Newtonus approbavit: alii aliam celeritatem invenerunt. Nec dubitandum, quin in Etruria, Gallia, & Britannia ſumma cura obſervationes ſunt captæ. Ex quibus concludebam, Sonum non ſemper ubivis Terrarum eſſe æque velocem. Placitum tamen hoc dubium fecit Cl. Derhamus, dum ait, in omni tempeſtate, ſive cælum ſit ſudum & ſerenum, ſive nebuloſum & turbidum, ſive nix decidat, ſive nebula, ſeu tonet aut fulguret, ſive æſtus vel frigus adurat, ſive dies vel nox ſit, Æſtas vel Hyems, ſive Mercurius in Barometro adſcendat, vel humilis ſit, in omnibus Atmoſphæræ mutationibus (ventis tantum exceptis) celeritatem Soni nec majorem, nec minorem; ſed tantum Sonum magis vel minus clarum eſſe.

(a) Tentamina Florent. p. 113.

[b] Hamel. Hiſt. Acad. Reg. I. 2. Sect. 3. Cap. 2.

§. 1152. Ex cognita hac celeritate Soni in ſpatio determinato percurrendo, numerus pulſuum ſive undarum, & earum diſtantia in Aëre, ope Regulæ a Nob. Newtono traditæ (c) cognoſci poteſt. Inveniatur numerus vibrationum, quibus corpus ſonans dato tempore agitetur, per hunc numerum dividatur Spatium, quod pulſus eodem tempore percurrere poſſit, & pars inventa erit pulſus unius latitudo. Invenit Sauveurius fiſtulam apertam, longitudinis pedum circi-

(c) Philoſ. Natur. Lib. 2. §. 50.

citer quinque, ſonum edere ejuſdem toni cum ſono chordæ, quæ tempore minuti ſecundi centies oſcillat: adeoque undæ plus minus 100 in ſpatio pedum Pariſ. 1070 excitabuntur: hinc quælibet unda ab alia pedibus $10\frac{7}{10}$ diſtat. Quoniam tonus Muſicus admodum acutus editur a chorda, 6400 recurſus faciente intra M", ejus undæ tantum a ſe invicem $2\frac{1}{160}$ pollices diſtabunt.

§. 1153. Hæc Soni lex uſum magnum præſtat Nautis, cum ex exploſis Tormentis, viſa nempe flamma & percepto Sono, quantum a ſe naves abſunt, cognoſcere poſſunt. Prodeſt militi in obſidio urbis, ut quanto intervallo ab ea abſit, cum cuniculos agere incipit, cognoſcat. Prodeſt quoque Geographis ad diſtantias locorum menſurandas, quotieſcunque inacceſſæ rupes inter loca intermediæ jacent: nec nocet ſecuritati noſtræ, ut Fulminis diſtantiam a loco, in quo verſamur, ſciamus.

§. 1154. Sonus magnus & parvus eſt æque celer in eodem ſpatio percurrendo, licet magnus plus ſpatii in ſuo progreſſu conficiat. Id Florentini ſuis experimentis, captis cum diverſi generis Balliſtis invenerunt; idem confirmavit Derhamus, cum pulſatio mallei, & fragor ſclopeti, pari tempore milliaris intervallum percurrerunt.

§. 1155. Sonus idem ſemper æque velox in ſuo decurſu obſervatur, adeoque undarum Aërearum æquabilis eſt celeritas.

Primi hoc obſervarunt Florentini, cum enim in diſtantia 3000 cubitorum varia tormenta bellica audiviſſent explodi, numeraſſentque 10 dimidia minuta ſecunda: ad intervallum duplo minus dimidio tempore Sonum perveniſſe notarunt: idem poſtea ſuis obſervationibus confirmavit Derhamus (*a*), cum nempe motus Soni eſt horizontalis. An vero Sonus æque celeriter adſcendit in altum, quam deſcendit? Forte aliquand[illegible] in [illegible] adſcendit, quam deſcendit, velut[illegible] Der[illegible] [illegible]git.

[*a*] Philoſop. Tranſ. N. 113.

§. 1156.

§. 1156. Ventus ſecundus Sonum accelerat, & eo magis, quo impetuoſius ſpiravit: Ventus adverſus Sonum pro ſuo impetu retardat.

Gaſſendus ex ſuis experimentis, Ventum nec accelerare, nec retardare Sonum collegit: Florentini captis experimentis idem confirmaverunt. Verum Cl. Derhamus, ſumma fruens opportunitate celeritatem Sonorum obſervandi, invenit, vento ſecundo Sonos intervallum inter Blackheat & Upminſterum tempore 111 ſemiſecundorum minutorum percurriſſe: vento autem flante adverſo, elapſa fuiſſe 122 ſemiſecunda minuta, ut Sonus eandem viam abſolveret.

§. 1157. Ventus ſecundus Sonum ad majus intervallum defert, quam quidem flante vento adverſo propagatur.

§. 1158. Si ſclopeta directione verſus locum obſervationis, vel directione averſa, horizontali, vel ſub angulo quocunque cum horizonte explodantur, ſonus in ſuo decurſu ſemper æque celer eſt, & decurrit pari velocitate ſupra loca terreſtria ſinuoſa, incurvata, quam plana.

§. 1159. Sonus major minorem ſuffocat, ut vel non audiatur, vel non diſtinguatur.

Adſis enim campanæ maximæ ſonanti, te loquentem non audiet proximus: nec melius intelligeris poſitus inter tympana bellica, & tormentorum exploſiones.

§. 1160. Quoniam Sonus in Aëre eſt ſpecies undæ, a corpore, in quod incurrit, poterit reflecti, adeoque redire ad locum e quo exierat.

Sonus idem reflexus ad locum ſuæ originis, qui percipitur diſtinctus a primo, vocatur *Imago*, vel *Echo*.

§. 1161. Inter hanc & Sonum primarium eo brevior mora intercedit, quo obex repercutiens cauſæ ſonanti fuerit propior: ſi enim obicis diſtantia a cauſa 535 pedibus abfuerit, inter Sonum prolatum & reflexum tempus minuti ſecundi intercedet. Adeoque omnes voces intra hoc tempus ab aliquo prolatæ,

latæ, poterunt, ipſo deſinente loqui, iterum audiri, quaſi prolatæ ab Echo; quo obex major intervallo a cauſa diſtiterit, eo plus temporis intercedet inter reditum Imaginis; quare Echo hujuſmodi poterit eſſe polyſyllaba, quæ, poſito obice cauſæ ſonanti proximo, monoſyllaba tantum eſt.

§. 1162. Quoniam Sonus, infinita celeritate ſe ſequentes, aure humana Mens non diſtinguit, ſed mora inter eos requiritur, ut diſtincti audiantur, idcirco quamvis locus Sonum reddiderit ad loquentem, Echo ob propinquitatem obicis non audietur: Muſici periti ſupra violinum diſtinctos tonos intra M'' plerumque ex nervis eliciunt 9 vel 10, cum celerrime ſive *Preſtiſſimo* cantilenam ludunt; adeoque Auris exercitati Muſici Imaginem tantum poſſet diſtinguere, cum Sonus reflexus directum æque celeriter, ac in cantilena tonus tonum ſequitur: qui ut percipiatur, obex a cauſa ſonante pedibus 53 $\frac{1}{2}$ abeſſe debebit; ſi enim 50 pedibus Par. dumtaxat abfuerit, dubito, an peritiſſimus ſonum ſequentem a primario diſtingueret, ſed tantummodo audiret clangorem: auris vero minus exercitata majus intervallum obicis poſtulat, ut Imaginem audiat diſtinguatque a Sono primario.

§. 1163. Si ad varias a loquente diſtantias abfuerint obices, quorum proximi humiliores, remoti altiores, aut tantum duo excelſiſſimi obices fuerint, qui ad eundem locum reddere Sonum poſſint, diverſæ repetitiones ipſius Echo audientur, quarum una ſequitur alteram. Quoniam plerumque vox eo debilius auditur, quo e longinquiori loco venerit, erit prima Echo fortiſſima, quæ e loco proximo; aliæ debiliores: quamobrem vox *A h* prolata, gemitum moribundi exprimet. Repetitas Imagines quoque dabunt muri paralleli altiſſimi, quales fuerunt Villæ Simonettæ, deſcripti a Kirchero, Schotto, Miſſonio, in quorum uno feneſtra, per quam qui loquitur, quadrageſies verba ſua repetita audit. Quia autem Sonus in ſuo decurſu eſt æque velox, æqualia tem-

temporis intervalla inter ſingulas repetitiones intercedunt, uti de Lanis & Derhamus obſervaverunt.

§. 1164. Quicquid Sonum ad locum unde venit, repercutere poteſt, cauſa poteſt eſſe ipſius Echo: idcirco muri, moenia urbium antiqua, ſylvæ denſæ, ædes, rupeſque trans flumen poſitæ, campi ceſpitibus ac virgultis exaſperati, ſaxa cava & anfractuoſa, tum & nubes, Sonum reddunt: hinc tonitruum mugitus, & repetita murmura; caelo ſereno explodatur tormentum, unius momenti ſonus fit: in Aëre pendeant nubes, ſoni aliquomodo continuati elicientur.

§. 1165. Poteſt quoque Sonus conſervari, impediendo quominus ſphærice ſe expandat, quod fiet, ſi tubis vel canalibus longis immittatur, a quorum parietibus reflectitur, unde illibatus ſonus ab uno canalis extremo ad alterum pervenit: hinc obſervante Kirchero, Sonus illibatus defertur in Aquæductibus Romanis 500, imo 600 pedes longis, ad quorum orificium qui loquitur, audiri atque intelligi ad alteram extremitatem poteſt. Ope ejuſmodi canalium, etiamſi inflexorum, poteſt Sonus ad quemcunque locum dirigi. Poteſt quoque Sonus, lucis inſtar, colligi in exiguo loco, qui quaſi focus ejus exiſtit; veluti probant nonnullæ cameræ, quarum lacunar fornice conſtat elliptica, in cujus altero foco ſi quis ſubmiſſe loquitur, poteſt in altero foco clare audiri. Tubæ quoque conficiuntur, quæ ex lato ore A in anguſtum canalem B deſinunt, meatui auditorio imponendum; ſonus aperturam latiorem ingreſſus, replicatuſque aliquoties a Tubæ lateribus, condenſatur quaſi, ut ex anguſta parte in aurem ingrediatur, atque ita validiſſime membranam Tympani concutiat. Idem obſervatur, cum aurem Tubæ Stentoreæ anguſtiori orificio applicuerimus, latiorem partem cauſam verſus ſonoram dirigendo: hoc modo auxiliamur ſurdaſtris, veluti ſenibus ope perſpicillorum. Poteſt quoque Sonus minui, & quaſi ſuffocari, cum in corpora laxiora, minus elaſtica, inæqualis ſuperficiei, eum reddendo inepta, incidit: hinc

Tab. 13. Fig. 14. 15.

hinc vox perorantis admodum minuitur in camera, cujus parietes tapetibus laxis ornati, aut cum in frequenti concione a multitudine auditorum, propter frequentes hiulcos inter unumquemque, & veſtium laxitatem, Sonus continuo intercipitur & ſuffocatur.

§. 1166. Ope Tubarum Stentorearum augetur Sonus; & ad multo longius intervallum propellitur. Augetur Sonus ab elaſticitate Tubæ, quæ a ſonante Aëre mota, aliquamdiu contremiſcere pergit, unde quaſi idem Sonus repetitur, atque ita idem fere fit, ac ſi vox eadem a pluribus hominibus ſimul ederetur. Cum tamen inter primum ſonum, ejuſque continuati tremores ultimos, notabile temporis ſpatium datur, auris primum ſonum ab ultimis ſonis diſtinguere poteſt, hinc oritur clangor, efficiens ut ſonus minus diſtinctus evadat: quare ut vox per Tubam prolata, ad intervallum magnum diſtincte intelligi poſſit, oportet, ut lente quælibet vox pronuncietur.

§. 1167. Alexander Magnus ejuſmodi Tubam habuiſſe dicitur, qua totum exercitum, quamvis diſperſum, convocavit, & ita præſentem ſtitit, ac ſi ſingulis præſens loqueretur, cujus iconem Kircherus exhibet (*a*), qui deinde aliquam ſimilem fieri curavit: poſt ipſum Anno 1654. P. Salar Pariſiis in uſus Muſicos Tubam $5\frac{1}{2}$ pedum fecit. Verum poſtquam Nob. Morlandus (*b*) ſe ad emendandas has Tubas applicuit, poſt Annum 1671. imprimis innotuerunt. Hic vero excitavit Eruditos, ut optimam figuram, quæ Tubæ dari poteſt, inveſtigarent: Problematis ſolutionem Caſſegrainus (*c*), Conjers, aliique tentaverunt. Verum optime hoc ſolvit Cl: Haſius (*d*), conſtruendo Tubam A B, conſtantem ex elliptico corpore A C, cum annexo C B parabolico: ſi enim in foco Ellipſeos A os loquentis ponatur, radii phonici A E, A F, A G, A H, a parietibus E, F, G, H, repercuſſi in C, altero foco ellipſeos, concurrent, qui quoque ſit oportet focus pa-

[*a*] Ars magna Lucis & Umbræ L.2.Part. 1. Cap.7.

[*b*] Account of the ſpeaking Trumpet.

(*c*) Journal des Scavans A. 1672. p. 131.

(*d*) Tractat. de Tuba Stenterophonica. Tab. 13. Fig.11.

rabolæ C B, cum ellipſi conjunctæ: ex hoc foco C radii phonici C K, C E, C M, C N exeuntes a parietibus K, L, M, N parabolæ repercutientur ſecundum K O, L P, M R, N S, paralleli ad axim C B, atque ita ad longum intervallum promoveri poterunt. Sola parabolica forma Tubis brevioribus ſufficit: longiores e variis ellipſibus inter ſe, & cum parabola conjunctis conſtrui poſſunt.

§. 1168. Poſtquam quid ſit Sonus in corpore ſonoro, & in Aëre vidimus, plurima alia, quæ ab utriuſque actione pendent, intelligi poterunt.

Sint duæ chordæ muſicæ in eodem, vel in duobus Iuſtrumentis ſibi proximis uniſonæ; percuſſa una, ſonabit quoque altera chorda, ejuſque tremor ex impoſito leviſſimo corpore ad oculum apparebit. Cum enim a tremente chorda Aër in undas cietur, hæ incurrunt in alteram chordam, quam, quia hæc pari velocitate contremiſcere poteſt, facile in ſimiles tremores commovent. (1)

§. 1169.

(1) Sequenti exemplo res clarius innoteſcet. Sit pendulum, ſeu corpus quantumlibet grave a filo pendens, & ad imum punctum in quiete poſitum. Minima quacunque vi, veluti levi flatu id impelli ſupponamus, ut oſcillare, & a perpendiculo parum removeri valeat: ubi vero ſuo pondere ad perpendiculum redit, priorem vim retinet, qua idem perpendiculum verſus partem oppoſitam prætergrediens, tantundem verſus eam progrediatur, quantum dato flatu verſus contrariam dimovebatur, atque ita integram oſcillationem complebit. Cum vero iterum cadendo ſecundam oſcillationem incipit, novo flatu nova vis ei tribuatur, quo fiat ut ſecundam oſcillationem majorem conficiat; qua completa, dum tertia inchoatur, iterum alio flatu nova vis addatur; idque porro fiat: his certe flatibus ſuo tempore iteratis, initio ſcil. oſcillationum, corpus paulatim ejuſmodi vim acquiret, qua ingentes oſcillationes abſolvere ex ſe poſſit, nec flatus exigua vis amplius ſufficiat, ſed valida opus ſit ad id compeſcendum. Simili ratione videmus unum hominem hiſce pulſibus opportune, ſtatiſque temporibus iteratis ingens campanum æs movere, ad quod poſtea compeſcendum, hominum turba fruſtra laborat. Quod ſi pulſus iſti perturbato ordine tribuantur, tum tantum abeſt, ut vis penduli, vel æris campani augeatur, quin potius minor fiat vis illa per priores pulſus acquiſita. Quibus præmiſſis facile intelligitur qui percuſſa chorda & ſonum edens, propinquas alias uni-

§. 1169. Si ſint duæ chordæ in duobus tenſæ Inſtrumentis, vel in eodem, & in octava, percuſſa illa, quæ tonum acutiorem edit, ſonabit altera, atque hæc in medio ſuæ longitudinis nodum quieſcentem habebit. Quia Aër in undas, duplo celerius euntes, agitatur a chorda acutioris toni, quam moveri poteſt ab altera chorda, ea tamen concutit, pariſque celeritatis tremoribus agitat; idcirco hæc in medio ſuæ longitudinis punctum quietis habere tenetur: nam ſi fiat duplo brevior, erit uniſona cum altera toni acutioris. Obſervantur vero plura puncta intermedia quieſcentia in chordis, quæ percuſſæ varias Octavas ſonarent, nunc autem hoc modo uniſonæ evadunt.

§. 1170. Ex his intelligitur 1o. Quamobrem nonnullis corporibus ſonantibus, etiam noſtri artus, oſſaque contremiſcant? tum quare vitra feneſtrarum. ſcyphi, ipſæ ædes, aliaque in iis corpora ſonent? omnia enim, quæ Uniſone, vel in Octavis gravioribus tenſa ſunt, quam corpus ſonans percuſſum, conſonare tenentur, veluti in chordis §. 1168, 1169 contingit.

2o. Cur in vacuo Boyleano omnis ſonus ceſſat? quia etiamſi contremiſcat campana, in vacuo ſuos tremores nec cum Aëre, nec cum ullo corpore ambiente communicare poteſt; adeoque nihil eſt, quod Aërem externum moveat, concutiatque organum Auditus.

3o. Si

uniſonas ad reſonandum adigat. Pulſus ſiquidem a nervo reſonante per aerem propagati circumpoſita quæque corpora offendunt, inter quæ ſi nervus ſit reſonanti concors, ſive ad uniſonum tenſus, cum primum ab aere pulſus eſt, primamque vibrationem explevit, ſecundæ vibrationis initio ab alio veniente pulſu vim majorem acquirit, quippe qui vibrationes conficit cum reſonante nervo æquediuturnas: alii vero nervi cum non eadem motus celeritate itus, redituſque ſuos compleant, ac nervus reſonans, primo quidem ictu ad motum aguntur, verum motus iſte a ſecundo ictu aut minuitur, aut deſtruitur. Quod vero de nervis dictum, de ceteris corporibus debet intelligi. Tum & illud liquet, ſonos inſenſibiles primum a reſonante corpore formatos, a corporibus porro in quæ incurrunt, referri ampliores.

3o. Si autem experimentum non accurate inſtituatur, ſed campana, etiamſi recipiens omni Aëre orbetur, ſuos tremores cum recipiente, vel alio ſolido corpore, cui inſiſtit, & quod tremores Aëri externo impertit, communicare poſſit, tum percuſſæ campanæ Sonus aliquis auditur.

4o. An non in Aëre rariori Sonus minuitur, propter minorem rarefacti Aëris elaſticitatem? ideo in Aëre denſiori eſt aucta Soni intenſitas: poteſtque campana in Aëre condenſato clauſa ad longius intervallum audiri, quam cum in Aëre rariori ſonabat: hoc ſi verum, tum quoque aucta Aëris elaſticitate, & manente denſitate eadem, quemadmodum fit, cum Aër incluſus recipienti ad ignem caleſcit, Soni intenſitas increſcere debet; quod fieri notarunt quoque Philoſophi.

5o. An ſonus in inflatis fiſtulis oriundus pendet a tremore arudinis aut lingulæ, ut & ab Aëre per fiſtulas currente, cujus undæ vel citius vel lentius explicantur pro fiſtularum longitudine differente, aut foraminum lateralium ſitu? an vero Sonus fiſtularum tantum ab Aëris interni tremoribus pendet? Plurima hic reſtant quæ Sonum in Aëre ſpectant, ſed quæ in his Inſtitutionibus tradi non poſſunt. (1)

[1] Opportunus hic locus eſſe videtur, ut antequam miſſa hæc doctrina fiat, novæ Cl: Mairani Theoriæ de Soni per aerem propagatione in Monum. Reg. Scient. Academiæ A. 1737 relatæ ſpecimen exhibeamus. Putat vid. Vir Cl: quod quemadmodum in ſimplici lucis radio plurium diverſæ refrangibilitatis radiolorum veluti faſciculus continetur, quorum alii rubrum, alii flavum, alii alios colores excitare apti ſunt; ita in ſoni vehiculo ſeu aere, quod luce longe craſſius corpus eſt, plures contineantur diverſæ elaſticitatis partes, quarum aliæ unum modo tonum, aliæ alterum excitare aptæ ſint; ita quidem ut non per omnes obvias aeris partes datus ſonus ad aures uſque noſtras vehatur, ſed per eas modo, quæ elaſticitate ſua datum illum ſonum in ſe recipere, & transferre poſſunt. Non levia ſane veroſimilitudinis indicia hæc præ ſe ferre videtur ſententia. Et imprimis analogia cum lucis radiis non exiguum ei pondus addit. Quis ſane crederet, niſi experimentis extra omem dubitationis aleam poſitum eſſet, in lucis radio quinque, vel ſeptem etherogeneos radiolos

§. 1171. Oportet ut breviter nunc videamus, quid ſit Sonus in mente, & quomodo hæc audiat, quod fieri nequit, niſi aliquomodo Auris fabricam exponamus, veluti Oculum, Viſionem explicituri, deſcripſimus. Duæ homini Aures datæ, laterali, mediæque capitis parti appoſitæ eo modo, ut quicunque Sonus ad caput allabitur, neceſſario alterutram, vel utramque Aurem, feriat.

§. 1172. Eſt ſubſtantia propria Auris cartilaginea, tenuis, elaſtica, ut facillime ab Aëris undis in tremores concitetur: membranis obducitur, ne Soni clangoſi evadant: ſuperficies externa A B donatur nonnullis eminentiis & cavitatibus, capiendo, reflectendo, dirigendo ſono in concham, ne laberetur atque erraret, priuſquam ſenſus ab hoc pulſus eſſet, deſtinatis, aptiſque. Poteſt ope arium muſculorum in

Tab. 13. Fig. 12.

los contineri, diverſa velocitate, variiſque attrahentibus viribus præditos? Quid ni & de aere idipſum affirmabimus, quem luce longe craſſiorem eſſe conſtat? Reapſe plures etherogeneas contineri in aere partes indubium eſt, omnium ſcil. perſpirabilium, & accenſorum corporum exhalationes, ſeu terreſtrium omnium corporum, ſive firma, ſive fluida fuerint, ſubtiliſſimas particulas, quas diverſa figura, magnitudine, elaſticitate pollere pro varia corporum ex quibus egrediuntur, conditione, nemo inficiabitur. Quemadmodum ergo nervus reſonans ex aliis contiguis eos modo ad reſonandum adigit, qui ad uniſonum tenſi ſunt, ſeu qui eaſdem eodem tempore cum reſonante nervo vibrationes edere poſſunt; idipſum in aeris particulis locum habere putat Mairanus; omnes quidem illæ ad datum ſonum impelluntur & vibrantur; at ex iis, quæ ratione ſuæ elaſticitatis, datum ſonum in ſe recipere, & conſervare poſſunt, aliis contiguis concordibus ſeu uniſonis eundem motum communicant, hæque porro aliis ſimilibus, donec tandem ad aures uſque noſtras is motus appellit. Nec ſane aliter rem intelligi poſſe videtur; cum enim tonorum diverſitas ex vario vibrationum eodem tempore factarum numero pendeat, pluresque ſimul toni per aerem transferri valeant, & a nobis audiri, niſi variæ eſſent in Atmoſphæra partes varios tonos referentes, dicendum eſſet eandem Atmoſphæræ partem ſimul & eodem tempore diverſos vibrationum numeros efficere; ita e. g. cum octava ſeu diapaſon, cum interjecta quinta ſimul auditur, eandem aeris quantitatem ſimul & eodem tampore 4000, 3000, & 200 vibrationes efficere oportet; quod abſurdum eſſe patet.

internorum, & trium externorum, ita tendi, expandi, applanari, ut quibuſcunque tremoribus, & ſonis capiendis, vel aliquomodo arcendis, aptetur, & cum iis etiam harmonice contremiſcat.

§. 1173. In fundo Conchæ, ſub Trago cartilagineo C, incipit meatus Auditorius, ellipticæ figuræ, cujus apertura plerumque eſt $5\frac{1}{35}$, linearum Quadrat. Pollic. & magnitudinis reſpectu totius Auris uti 1 ad 50; quamobrem ſonus ad aurem illapſus, & meatum ingreſſurus, poteſt eſſe quinquagies intenſior, quam ſi abſque Aure meatum intraſſet. Hic duros & quaſi corneolos habens introitus, eſt tuba D E, partim oſſea, partim cartilaginea, 9 lineas longa, 4 alta, 3 lata, cylindro-elliptica, ſerpentino progreſſu DF adſcendens, tum deſcendens F E, iterumque adſcendens, terminatur a membrana Tympani G, oblique appoſita, formante angulum obtuſum a parte ſuperiori, acutum ab inferiori, ne Sonus recta ipſam feriret, ſed poſt varias in hac tuba reflexiones, admodum oblique illaberetur in membranam a parte ſuperiori deorſum, quo artificio diutiſſime ſarta tecta manet, nec facile a Sonis intenſioribus rumpitur.

§. 1174. Membrana Tympani undique arcte adhæret margini meatus oſſei, nullo pertuſa foramine, concava eſt a parte Auris axternæ, convexa a parte interna: ipſi adhæret manubrium *h* mallei, quod ad ejus medium fere excurrit. Malleus autem articulo conjungiaur cum Incude *k*, hæc cum oſſiculo exiguo *i*, hoc cum Stapede *n*. Tres muſculi Malleo affixi efficiunt, ut membrana Tympani tendatur, remittatur, convexior vel planior fiat, quibus modis diſponitur, ut harmonice cum Sono, ipſam afficiente, contremiſcat.

§. 1175. Poſt Tympani membranam cavitas inſignis ſequitur, quæ Tympanum, vel Tymeani cavitas appellatur, irregularis figuræ, elliptico corpori ſimilis, longitudinis & latitudinis 4 linearum: in hoc Tympano poſita ſunt quatuor memorata oſſicu-

la : hiant quoque in eodem aliquot foramina cellularum maſtoidearum, tum feneſtra rotunda, feneſtra Ovalis, & Tuba Euſtachiana M: per hanc Aër ex cavo in internum os libere exit, & ingreditur ex ore in hoc cavum, ita ut ejusdem elaſticitatis cum Aëre externo ſit. Idcirco Aëre ſonoro exteriori afficiente membranam Tympani G, etiam ab hujus tremore in ſimiles undas concitabitur Aër internus Tympani.

§. 1176. Altera Auris pars interior, Labyrinthus eſt, in quo primum occurrit veſtibulum, quod eſt cavum, irregularis figuræ, duas lineas longum & latum, ſesqui altum, offi petroſo inſculptum : in eo hiant quinque orificia trium canalium ſemicircularium O, P, Q, orificium cochleæ S, orificia quinque pro nervis ſupra S, & feneſtra ovalis, quæ membrana occluditur, cui inhæret ſtapes *n*.

Sunt autem tres canales oſſei ſemicirculares, O, P, Q, quinque tantum orificiis præditi, intus cavitatem ellipticam habentes, hiantes in veſtibulum *r*, quemadmodum quoque Cochlea S, quæ eſt canalis conoideus, oſſeus S T circa conum convolutus, duas ſpiras cum dimidia abſolvens, quæ tendunt a

Tab.13. Fig. 13. baſi ad apicem acutum T. Cochleæ cavitas dividitur in duo cava, a ſe diſtincta ope ſepimenti tenuiſſimi X Z, partim oſſei *a*, *a*, *a*, partim membranacei *b*, *b*, *b*: hujus membranæ fibræ decurrunt ab axe Cochleæ ad exteriora, veluti Radii circuli

Tab.13. Fig. 14. a centro ad peripheriam; ſunt proinde, a baſi latiori ad apicem ſupputando, diverſiſſimæ longitudinis: quamobrem hæc membrana eſt quaſi Scala Triangularis, compoſita ex plurimis chordis tenſis, diverſiſſimæ longitudinis.

Cavitas altera Cochleæ terminatur ad foramen rotundum, membrana tenui clauſum; hoc foramen definit in cavitate Tympani, opponiturque centro membranæ Tympani.

§. 1177. Nervus Auditorius incipit conſpici in Cerebro ad protuberantiam annullarem Williſis, bifariam diſtinctus, in mollem, durumque; qui ambo

in-

ingrediuntur foramen latum in oſſe petroſo: Mollioris pars V per quinque foramina prope S ingreditur veſtibulum r, formando ibi membranam, obducentem ſuperficiem internam veſtibuli, & canalium ſemicircularium O, P, Q; tum decurrunt intra duplicaturam Scalæ Triangularis X Z (Fig. 14.) in cochea, in qua explicantur: Eſt hic igitur proprie Organum Auditus. Tab. 13. Fig. 12.

Cavitates hujus Labyrinthi impleti ſunt neceſſario Aëre ejuſdem elaſticitatis ac eſt in Tympani cavo, qui tamen per ſingulare foramen non intrat, nec exit, ſed tantum advehitur cum humoribus, qui ex vaſculis evaporantur, ut nervi molles maneant, qui Aër cum iiſdem humoribus quoque reſorbetur, atque ita perpetuo renovatur.

§. 1178. Quamobrem Auditus ſequenti modo peragitur. Sonus in Aere externo excitatus, allabitur ad Aurem A B, ingreditur Concham, tum meatum Auditorium D E, in tremores redigit membranam Tympani G: hac tremente, Aër, qui eſt in cavo Tympani, in undas Sonoras quoque agitur; hæ occurrunt foraminis rotundi membranæ, & hanc in tremores cient, hæc Aërem in uno cavo Cochleæ contentum, qui in ſcala Cochleæ S, nervos afficit: hic motus per nervum ad Cerebrum delatus, efficit, ut Mens audiat: forte non admodum diſtinƈte, Tab. 13. Fig. 12.

N 3 audit

(1) Ariſtoteles, plerique etiam Veteres primam interioris auris cavitatem, ſeu tympanum undique clauſum eſſe reputarunt, nec patere ex ea cavitate ad palatum uſque per tubam Euſtachianam aditum; ne vero vacuam eam cavitatem dicerent, ſtatuerunt *innato*, & *implantato* aere plenam eſſe; eumque adeo aerem auditus ſenſorium, & ad audiendum proximum animæ inſtrumentum poſuere. Sed ſi ita ſe res haberet, ad quem finem tantus rerum-apparatus poſt tympanum in ulteriori auris cavernula poſitus eſſet, cochlea vid. , labyrinthus, membrana, nervuſque auditorius? Sed præterea jam conſtat aerem tympano incluſum ejuſdem eſſe naturæ cum aere quem reſpiramus, & cum ipſo communicare per tubam Euſtachianam. Quamobrem videtur tympani cavitate contentum aerem eſſe potius ſoni vehiculum, & per eum ad interiorem organi partem, ipſumque ſenſorium, magis diſtinƈtum ſonum transferri.

audit tamen ; ſed ea diſtinctiſſime cupiente cognoſcere Tonos, tenditur membrana Tympani G ope Muſculorum Mallei, ut harmonice contremiſcat, tenditur etiam ope Muſculi Stapedis membrana feneſtræ Ovalis, ut & hæc harmonice cum oſſiculis tremat, & vehementius, quam a ſolo Aëre Tympani affici potuiſſet: tremente hac membrana, etiam Aër interior in Labyrintho *r*, tremet, qui afficiet nervos, expanſos ſupra cananalium ſemicircularium O, P, Q, internam ſuperficiem, atque ſimul afficiet eos in Scala Cochleæ S. Sonus vero quilibet in hoc Aëre excitatus, afficiet aliquot fibrillas, *b*, *b*, (Fig. 14.) harmonice tenſas, per §. 1168., & 1169. hæ Nervos, qui hos motus per cerebrum ad Mentem deferentes, efficiunt, ut hæc diſtinctiſſime Tonos Sonoros percipiat. (1)

CAP.

(1) Gravis ſane hic occurrit difficultas, ut explicetur, qui fiat, ut unus idemque nervus auditorius majori, aut minori, variaque ratione motus, tot varios ac ſpecie diverſos ſonos eodem tempore exprimat? eadem quippe chorda, aut membrana eodem modo tenſa eundem ſemper ſonum reddit, quocunque pulſetur impetu. At ſi veras, propriaſque omnium partium auris, & præcipue nervi auditorii ſciremus figuras, figurarumque proprietates, quemadmodum in oculorum humoribus id cognoſcere datur, varium in variis ſonis motum, variamque nervi auditorii pulſitionem, unde omnis ſonorum varietas proficiſcitur, cognoſceremus, quemadmodum quæ ad viſionem ſpectant, variaſque objectorum perceptiones non ignoramus, Sed longe diſpar eſt de viſione, & auditione ratio: ita enim comparatum eſt, ut lucis natura obſcurior nobis ſit, quam natura ſoni; at ſoni proprietates, ejusque percipiendi ratio abſtruſæ admodum ſunt, cum contra pleræque viſionis proprietates ſatis nobis innoteſcant. Scimus quidem qua ratione in oculi humores lux incurrens refringatur, & ad retinam perducta rerum externarum imagines exprimat; ſed nos latet quid potiſſimum præſtet aer commotus, & per aurium anfractus, receſſuſque agitatus, niſi ſolum quod experientia confuſe & univerſim conſtet ſonos omnes ex tortuoſis locis, & incluſis referri ampliores. Quidam nervi Auditorii ſtructuram hac ratione non prorſus improbabili divinare conantur, quam & Auctor noſter indicare videtur. Si cithara variis chordis, longioribus, brevioribus, craſſioribus, tenuioribus, iiſque magis,

CAP. XXXVIII.

Generalia de Meteoris Aereis.

§. 1179. Meteora vocamus omnia corpora ſublimia, inter cælum Terramque verſantia, quæ in Atmoſphæra ſuſpenſa, natantia,

gis, minuſque diſtentis inſtructa ſit, ut varii ſoni ex chordis illis elici poſſint; tum in alia cithara chorda quædam pulſetur, hæc tremorem ex pulſatione conceptum proximo aeri communicans, prioris citheræ chordas reſonare faciet, non quidem omnes, ſed eas modo quæ ipſi concordes ſunt, & ad uniſonum tenſæ, ut ſupra declaratum eſt. Eadem ratione Cl: Viris concipitur auditorius nervus, non ſcil. ſimplex, ſed ex innumeris nervulis compactus, quorum alii aliis tenuiores, & magis aut minus diſtenti, ut ita diverſos ſonos edere poſſint: hi proinde nervuli, ſeu filamenta nervorum non ad quemlibet ſonum concuti omnes & reſonare valent, ſed pro varia corporis ſonori extra poſiti ſpecie nunc hi, nunc illi pulſantur; indeque fieri oportet ut nunc graves, nunc acutos ſonos, magnamque eorum varietatem percipiamus.

Sed unde oritur, ut cum numeri vibrationum ſimul a chordis factarum ſibi invicem reſpondent in octava ſeu diapaſon, in quinta ſeu diapente, &c. in ratione ſcil. dupla, & ſeſquialtera &c., tum ſoni aures, animumque delectent; cum vero vibrationum ſimul factarum numeri incommenſurabiles ſunt, vel admodum inter ſe diſtant, ſoni edantur moleſti, qui ſcil. auditum torqueant, & exaſperent? Difficillima ſane quæſtio, ac cognitionis noſtræ limites facile excedens, quod perfecta nervi auditorii ſtructuræ cognitio, ejuſque motus cum animi ſenſibus connexionis lex nos valde fugiant. Ea tamen ita a quibuſdam ſolvitur. Tribus diverſæ longitudinis filis ſuſpenduntur tria pondera, hac lege, ut quo tempore longius filum binas complet oſcillationes, brevius quatuor, & inter horum longitudines medium filum tres tantum oſcillationes conficiat; quod facile obtineri poteſt, ſi filorum longitudines fuerint, ut 16, 9, 4. Tum ſi a perpendiculo æque hæc pondera removeantur, & ſimul demiſſa oſcillationes ſuas eodem omnes momento incipiant, venuſta erit eorum filorum mixtio, eaque mirifice oculi delectabuntur, ob illum nempe periodicum motum, quo ſimul oſcillationes ſuas pendula afficiunt, ita ut quarta recurrente brevioris fili vibratione periodus abſolvatur, ſimulque incipiant ab eodem termino moveri omnia. Similis eſt vibrationum compoſitio, quibus auditus organum pulſatur, dum octava ſeu diapaſon,

mota, propulſa, incenſa, conjuncta, ſeparata, adſcendentia, vel deſcendentia, Phænomena qualiacunque excitant.

§. 1180. Varia & multa Terrarum orbis expirat, quæ in ſublime adſcendunt, atque cum Aëre permiſcentur. Sunt hæc ſubtiliſſimæ fere omnium terreſtrium corporum particulæ, ſive Firmorum, ſive Fluidorum fuerint, ſive a Natura, ſive ab Arte productorum: veluti ſunt. 1°. Quicquid Spiritum odorum quarumcunque Plantarum, Florum, Fructuumve conſtituit, qui ſponte ex iis exhalare ſolet, & volatilis eſt. 2°. Aquæ Plantarum omnium exhalantes ſponte, vel a Sole, dum exſiccantur, elicitæ. 3°. Spiritus ardentes, qui ex ſuccis Plantarum fermentatis conficiuntur, qui magna copia in uſus humanos arte præparantur, & volatiles ſunt, quibus ſimiles Natura gignit, quotieſcunque ex ſucculentis Plantis elapſus liquor tepenti Aëri committitur; aut Plantæ ipſæ, Aqua humectatæ eidem Aëri exponuntur. Hinc nonnullorum Fluminum Aquæ fermentantur, & Spiritus ardentes eructant, veluti de Aqua Thameſis id eſt notiſſimum, & de Aqua fluminis Alutæ idem notavit Tylkowsky (a). 4°. Plantarum Olea Sol volatilia facit, & diſpergit per Aërem, ut docet earum exſiccatio, qua ita oleis ſuis orbari poſſunt, ut non amplius Ignem alant. Horrendus fœtor, qui in Laboratoriis eorum datur, qui ſaponem coquunt, pendet tantum ab oleo volatili. 5°. Plantarum Salia quoque in Aërem adſcendunt, uti combu-

[a] Philoſ. Curioſ.

ſon cum interjecta quinta ſeu diapente reſonatur; ſimiliſque adeo ſenſus jucunditas adeſſe debet, Quod ſi numeri oſcillationum in pendulis, aut ictuum in reſonantibus chordis eodem tempore confecti vel invicem ſint incommenſurabiles, vel ita inter ſe diſtent, ut nonniſi poſt longum tempus determinatus vibrationum numerus in ſingulis recurrat, tum ut inordinata oſcillationum pendulorum mixtio viſum confundit, ita diſcrepantes nimium & incommenſurabiles reſonantium chordarum vibrationes, pulſuſque moleſte admodum auditus organum vexant & excruciant. Etſi vero adductis exemplum modo, non jam quæſitæ rei cauſa contineatur, iiſdem tamen meliora nec a Philoſophis ſunt adducta hucuſque, nec adferri unquam poſſe videtur.

buſtarum fuligo ſalſa docet: ſed & putrefactione, exſiccatione, fermentatione hæc volatilia evadunt, 6°. Fuligo præter Salia & Olea, etiam multum Terræ volatilis ſecum vehit: Cineres montium ardentium, uti Ætnæ & Veſuvii ad centena milliaria in Aëre provolvuntur (*a*). Venti tenues Ægypti, Æthiopiæ, Arabiæ, Guzarath, Lybiæque arenas undarum inſtar per Aëra deferunt, quibus exercitus Gambyſis obtectus fuit (*b*). 7°. In Atmoſphæram ſe recipit, quicquid ſubtiliſſimum ex omnium Animalium corporibus undique exſpirat, & ſub nomine perſpirati Sanctoriani venit. 8°. Sudor animalium. 9°. Olea Animalium ſubtiliſſima ex putrefactis cadaveribus genita. 10°. Salia volatilia Animalium. 11°. Ex Foſſilibus autem plura Atmoſphæram implent, quam memorari poſſunt, præcipua autem hæc ſunt; Vapores Aquarum dulcium & Oceani. 12°. Sulphura non incenſa, quæ ex montibus Vulcaniis copioſe eructantur, aut ſunt in lithanthracum fumo: Horum ardentium ſpiritus acidi admodum ſuffocantes, qualis ex locis quæ *Averna* vocantur, exſpirant, veluti apud Cumas, in ipſa Athenarum arce, in Syria (*c*). Huc referenda ſunt Arſenicum, Auripigmentum, Cobaltum, Sulphur Antimonii, Biſmuti, Zinci; tum quæ in aliis locis ex Terræ ſuperficie exeunt, & ſæpe inceſa ardent, veluti apud Gratianopolin, & in agro Petræmalæ a Blanchino deſcripta (*d*), qualia etiam Galeatius ad Barigatiam profectus notavit (*e*), & alia ardentia, quæ Cl. Ripa elegantiſſime deſcripſit (*f*). Sunt etiam multi fontis, quorum Aquæ, ſimulac Flamma admovetur, incenduntur, propter tenue Sulphur, ex Terra ſimul cum Aqua eructatum, & hac volatilius (*g*) 13°. Olea Terræ & Petrolea: eſt enim quod ex Monte Ciriaco colligitur, admodum volatile (*h*). 14°. Salia diverſiſſimorum genenerum, quæ omnia aliquantum volatilia ſunt, atque Atmoſphæram quaſi implent; præcipue matrix Nitri, Vitrioli, Aluminis, Sal marinum, &c. & horum acidi Spiritus, ex montibus Vulcaniis erumpentes, aut ab igne ſubterraneo

(*a*) Philoſ. Tranſ. N. 21.

(*b*) Seneca Q. N. L. 2. C. 30. Varenii Geogr. S. 6. C. 21.

[*c*] Lucret. L. VI. v. 740.

[*d*] Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1706.

[*e*] Com. Bonon. Vol. 1. p. 106.

(*f*) Diſſert. Meteorol.

[*g*] Lucret. VI. v. 870.

[*h*] L'Hiſtor. de l' Acad. Roy. An. 1736.

neo hinc inde producti; tum Acidum vagum Fontium & Fodinarum, hoc enim metalla & alia corpora in Aëre corrodere ſolet. 15°. Imo & omnium Metallorum & Semimetallorum partes in Igne vulgari volatiles fieri poſſunt, ſive ſolæ, ſive ope additorum corporum. 16°. Inſuper innumera alia ex viſceribus Terræ continuo exſpirant ſurſum: præcipue ex fondis metallariis, quæ pallidas reddunt hominum facies, eoſve interimunt (*a*): quadruplex diverſum genus in fondis Lithanthracum deprehenſum notavit Liſterus (*b*), quod Foſſorum candelas aut exſtinguit, aut eos ſuffocat, vel in convulſiones conjicit, aut incenſum omnia viribus immenſis disjicit. Quibus addatur Spiritus ad exiguam altitudinem a Solo tantum in crypta canica, aut in Lapicidina Pyrmontana adſcendens (*c*), ut & ille, qui ex puteo in Inſula vecti, adeo lethalis exſpirabat (*d*). Ex monte Phrygiæ prope Hierapolim peſtilens vapor exit (*e*). Idcirco quicquid arte Chemica ope Fermentationis, Putrefactionis, Solutionis, Attritus, Efferveſcentiæ, aut Ignis produci poteſt, & volatile fit, id quoque a Natura, iisdem uſa operationibus, factum, in Atmoſphæram adſcendit, quæ ita Officina Chemica præſtantiſſima & perfectiſſima evadit, comprehendens ex omnibus corporum generibus partes, & producta innumera. 17°. Præter hæc omnia natant plurimæ per Aëra diſperſæ plantæ, veluti ſunt Mucagines, Muſci, Semina ſubtiliſſima & inviſibilia Plantarum, fungorum. 18°. Diverſiſſima Animalcula.

(*a*) Lucret. L. VI. V. 808.
(*b*) Philoſ. Tranſ. N. 117.
(*c*) Philoſ. Tranſ. N. 448.
(*d*) Philoſ. Tranſ. N. 450.
(*e*) Plinius L. 2. C. 93.

§. 1181. Nonnunquam ingentes copiæ & tractus corpuſculorum ejusdem generis in Atmoſphæra natant, quæ tantum differunt a conditione priori, quum collecta maſſam componebant, quod a Firmo in Fluidum, vel ex Fluido in Fluidum rarius converſa ſunt, eorumque partes remotius a ſe ſolutæ, nunc in Aëre, ſibi nequaquam contiguæ hæreant; quamobrem multas proprietates, quæ a raritate non mutantur, retinderunt, vireſque eas exercere poterunt, quas antea, cum Fluidum aut Firmum compo-

ponebant, vel ſimulac iterum in unitam maſſam conjungentur.

§. 1182. Hujuſmodi tractus uniformium partium in Atmoſphæra hærentium, a ventis propulſi occurrunt aliis diverſi generis partibus, quibuſcum permiſcentur: tum vero iidem, vel ſimiles effectus orientur, quos artificiali permixtione eorundem corporum fieri obſervamus. Quoniam autem mortales pauciſſima corpora huc uſque in partes diſſolverunt, ea que ſecum permiſcuerunt, in Atmoſphæra autem hæreant fere omnium corporum Terreſtrium partes, quæ ſibi occurrunt, & in ſublimi permiſcentur, orientur ab iis effectus nondum obſervati, & quibus ſimiles non vidimus; quamobrem plurima Phænomena, quæ nec clare intelligi, nec demonſtrari poterunt, orientur; niſi poſtquam plurima experimenaa permixtionum capta fuerunt, quarum tamen perfecta doctrina, propter numerum, haberi non poterit, uti patet unicuique in Combinationum ſcientia verſato, quamobrem nonnullorum Meteororum cauſam ſemper ignorabunt Philoſophi.

Sed & plurima diverſaque ſecum permixta ſimillimos ſuſcitant motus, adeoque in ſublimi ſæpius ſimilia Phænomena a variis exhalationibus ſuſcitabuntur: adeo ut earundem apparitionum non ſemper eadem cauſſa futura ſit.

§. 1183. Cumque propter Terræmotus ingentes in ejus abditis viſceribus fiant mutationes, cruſtæque ſive denſiores, ſive lapideæ, quæ antea nonnullorum corporum Exhalationes foris erumpere impediebant, frangantur & removeantur, poterunt nunc illæ, dirupto ſolo & patefactis faucibus, in ſublime adſcendere, nova excitare Phænomena, nondum audita vel conſpecta, quæ durabunt, quamdiu ejuſmodi materiei fomes ſubſiſtet; quo ſublato aut conſumto, iterum ceſſabunt. An hinc nonnulla ſecula fertiliora aliis in progignendis Meteoris, alia vero ſteriliora? Erunt quoque Meteora ſuo natali ſolo propria, cum a diverſarum regionum exhalationibus admodum diſcrepantibus pendeant. Ad accu-

curatam igitur Meteororum cognitionem deſideſatur, ut quilibet in ſua regione illa obſervet & deſcribat.

§. 1184. Quodcunque ex Terra in altum adſcendit, vocatur *Vapor*, vel *Exhalatio*. Vapor conſtat ex quibuſcunque Aquoſis & humidis partibus: Exhalatio ex partibus ſubtiliſſimis quorumcunque corporum Firmorum vel Fluidorum, nec Aqueis, nec humidis.

§. 1185. Ingens Vaporum & Exhalationum quantitas continuo ex Terra in altum adſcendit, quibus dum Atmoſphæra impletur & inquinatur, neceſſe eſt, ut plurima Phænomena ſuſcitentur. Ultrajecti deprehendi ex Evaporationibus Aruæ multorum annorum in loco aperto, ſed tenebricoſo, mediam aliquam capiendo, eam anni ſpatio circiter eſſe æqualem 29 pollicibus Rhenolandicis; a qua obſervationes Sedileavii in Gallia captæ (*a*) vix differunt. Cl. tamen Halleyus ex vaſe Aquæ pleno, & intra ædes Collegit Greshamenſis ita poſito, ut Solis radii & venti eo penetrare haud poſſent, toto anno exhalatione periiſſe octo digitos reperit. Si autem noſtris obſervationibus innixi, 29 pollices evaporaſſe ſtatuamus, hi in Aëre natantes, & ad minimum millies rariores facti, altitudinem perpendicularem 2416 pedum occupabunt. Si dimidia Terræ ſuperficies ponatur tecta Aqua, & ubivis parem Aquæ copiam in altum adſurgere, impleretur univerſa Atmoſphæra undique circa Terram a ſolis vaporibus ad altitudinem perpendicularem 1208 pedum. Quot milliones doliorum navalium Aquæ ſingulo die ex Mari Mediterraneo ſub forma vaporis adſcendant, pulcro axperimento determinavit Inclytus Halleyus (*b*): adeo ut quantitas vaporum quotidie adſcendentium fidem ſuperet. Terræ ſuperficies reliqua ubivis conſita eſt plantis, ſi deſerta quædam arenoſa excipiamus. Plantæ Exhalationum & Vaporum maximam copiam perſpirant; nam ſecundum obſervationes laudatiſſimi Haleſii (*c*), Heliotropium $3\frac{1}{2}$ altum pedes,

(*a*) Memoires Mathe. & Phyſiq. A. 1692.

(*b*) Philoſ. Tranſ. N. 189.

(*c*) Vegeᶜble Staticks Ex. 1. 6.

des, ſpetio duodecim horarum ad minimum $1\frac{1}{4}$ ℔ exſpirabat, adeoque fere tantum, ac Sol intra diem ex ſuperficie Aquæ trium pedum quadratorum attollere ſolet. Poſita ſimili reliquarum Plantarum exſpiratione, Vegetabilia non minorem copiam in altum emittent, quam ex Aquis omnibus aſſurgunt vapores. Ex ſuis corporibus Animalia etiam quam plurimum perſpirant, adulti enim hominis perſpiratio eſt ad eam Heliotropii memorati, veluti 141 ad 100; ita & reliquorum animalium ponere licet: nam notante Keillio, homo 24 horis exſpirat 31 Uncias, Haleſius vero Heliotropium 22 Uncias eodem tempore perſpirare obſervavit. Quamvis numerum animalium in Terra ſimul viventium ignoremus, ſcimus tamen eum eſſe maximum, quamobrem Exhalationes animalium non parum Atmoſphæram implebunt: quibus ſi Exhalationes Vegetabilium, quæ per univerſum orbem exſiccantur, putreſcuntve, tum incenſorum corporum in uſus quotidianos copioſiſſimi fumi, ut & ardentium montium; tum perſpiratæ variæ partes ex viſceribus Terræ, ab Igne excuſſæ ſubterraneo, accedant, liquet continuo ingentem copiam Exhalationum & Vaporum adſcendere in ſublimem Aëra, inque eo Meteororum abundantem ſcaturiginem contineri.

§. 1186. Vapores & Exhalationes in altum propter varias cauſas adſcendunt, quarum hæ ſunt præcipuæ. 1°. α. Ignis terreſtris, ſubterraneus, & Solis, ingreſſus corpora, eorum partes rapido agitat motu, ſubtiliſſimas & a cœtu materiæ depulſas, excutit e corporibus, magnaque rapiditate, ſecundum leges percuſſionis, in altum propellit (1). β. Ignis

(1) Dum vero in altum divulſæ terreſtrium corporum partes propelluntur, earum ſubtilitate fieri poteſt, ut inſtar corporum minus in ſpecie gravium non deſcendant, variiſque aeris regionibus, ad quas projectionis vi pervenerunt, ſuſtineantur. Id ſane ab aeris & Atmoſphæræ partium tenacitate, qua fluida quæque donari conſtat, ſuam habet originem. In corpore ſiquidem aere graviore (quod & de levio-

Ignis quoque corporum particulas ingreditur, eaſque rarefacit: ſi igitur aliquas a reliquo cœtu ſeparaverit, & deinde rarefacerit, ut, quæ antea ejuſdem gravitatis ſpecificæ ac Aqua fuerant, diametrum decies majorem acquirant, habebunt volumen millies amplius, ſub quo eandem materiæ copiam concludentes, Aëre ſpecifice leviores erunt, quamobrem per illum adſcendent, donec rariori Aëri, pariſque ſecum denſitatis, occurrant. Quo igitur Aër eſt gravior, eo minor corporum rarefactio, ut adſcendant, requiritur: quo Aër eſt levior, rariorque, eo major rarefactio corporum deſideratur: idcirco quoties Mercurius humilem ſtationem in tubo Torricelliano ſervat, pauci vapores adſcendent; ſed copioſiores, cùm Mercurius eſt alte ſuſpenſus, veluti Cl. Graden frequenter obſervavit (*a*). γ. Ignis corpora in partes tenuiſſimas ſolvit, ſi proinde aliquas ſubti-

(*a*) Philoſ. Tranſ. N.171.

vioribus intelligi etiam debet.) duplex eſt vis, alia qua corpus deorſum trahitur, altera qua idem cohibetur, quominus deorſum deſcendat. Prior ab ipſius corporis gravitate oritur, quæ ſemper quantitati materiæ, ſeu ipſi corpori eſt proportionalis; ſecunda vero a partium aeris cohæſione dependet; has enim omnes a ſe invicem ſeparare corpus debet, ut deſcendere poſſit; cum que partes ſeparandæ eo plures ſint, quo major fuerit ejus corporis ambitus, patet eam vim, qua corpus deſcendere cohibetur, in eadem ratione eſſe cum ipſius corporis ambitu & ſuperficie. Vis ergo qua corpus in aqua deſcendit, corpori ipſi ſeu maſſæ eſt proportionalis; reſiſtentia vero quæ deſcenſum impedit, ſuperficiei ejuſdem corporis proportione reſpondet. Quo igitur corpus deorſum deſcendere poſſit, earum virium prior alteram ſuperare debet; ſi enim aut æquales ſint, aut gravitas a reſiſtentia vincatur, corpus in medio aeris ſuſpenſum remaneat, neceſſe eſt. Liquet ergo quodvis corpus aere gravius, in particulas adeo tenues dividi poſſe, ut tandem reſiſtentia gravitatem aut excedente, aut æquante, deſcendere nullo modo valeat; ſuperficies enim cui vis reſiſtentiæ reſpondet, in diviſione corporis augetur, & infinite quidem poteſt augeri, cum corpus in infinitum dividi poſſit. Quod de aere dictum eſt, potiori jure in aqua obtinet, cum ejus partium cohæſio partium aeris cohæſione longe major ſit: hinc intelligitur graviora in ſpecie corpora ſi in minutiſſima fruſtula fuerint comminuta, ut terræ, ſalium, metallorum &c. particulæ, cùm in aere, tum in aqua ſuſtineri poſſe, nec deorſum ruere.

tiliſſimas e reliqua maſſa excuſſerit, quæ præ ſubtilitate ſingulis particulis Aëreis leviores ſint, poterunt per Aëra ſurſum ferri, pari modo ac ſpecifice leviores. δ. Plurima corpora eidem Igni cum Aëre expoſita, plus Ignis quam Aër in ſe recipere, & aliquamdiu retinere poſſunt: cum vero Ignis in æquilibrio cum omnibus vicinis corporibus & ſpatiis eſſe nitatur per §. 791, 793. ſimulac partes ſubtiles corporum a reliquo cœtu pepulerit, atque in earum poris copioſius, quam in vicino Aëre, ingreſſus ſit, una cum illis in Aërem avolat; eo rapidius, quo majus diſcrimen æquilibrii in calore Aëris & partibus, in quibus hæret, datur: hac ratione autem partes volatiles ſimul cum ſuo Igne æque lateraliter, ac ſurſum abripiuntur, uti veſperi diebus ſerenis æſtivis in vapore ex foſſis adſcendente, & ſe æque lateraliter ſupra prata expandente, & adſcendente, videre eſt; vel cum durante gelu, veſpertino tempore inſignem in glacie aperturam faciamus, ex qua vapor Aquæ calidioris, quam Aër eſt, copioſiſſime aſſurgit. ε. Quotieſcunque corporum partes a ſe Igne ſeparantur, atque ex ſphæra ſuæ attractionis exeunt, intrant quaſi ſphæram repulſionis, ſeſe fugando, quo pacto ab Igne volatiles redduntur (1); ſi proinde hæc repulſio quantitatem caloris ſequatur, uti aliquomodo colligere licet, facile patet,

(1) Quæ de repulſionis ſphæra hoc & ſequenti § tradit Auctor, ex dictis in noſtris adnotat. ad §. 551, 1026, 1005 ſatis ſuſpecta haberi debere liquet. Quæ præterea vi ignis ſeparantur terreſtrium corporum partes, volatiles reddi poſſunt per ſolam attractionis vim, qua eadem terreſtria corpora, & atmoſphæricus aer in ſe mutuo agunt. Cum enim majora corpora per vim attractionis minori velocitate ad ſe accedant, quam minora, uti theorem. 6. adnot. ad § 551 demonſtratum eſt, neceſſe eſt ut etſi terreſtria corpora ab aere attrahantur, ob eorum tamen craſſitiem, magnitudinemque adeo languidus & lentus ſit eorum motus, ut facile impediri, & deſtrui poſſit. At dum vi ignis exiguiſſimæ terreſtrium corporum particulæ a reliqua eorum maſſa divelluntur, majori velocitate tendere debent verſus Atmoſphæræ partes, a quibus attrahuntur; qua quidem ratione volatiles evadunt.

tet, quamobrem ex Aqua, Aëri aperto expoſita, omni tempore vapor exire poſſit: cum enim per §. 729. vapor ebullientis Aquæ ſit 14000. vicibus Aqua rarior, calor autem tum gradibus 212 in Thermometro Fahrenheytii indicatur, erit poſito calore æſtivo graduum 91, vapor 5943 vicibus rariorquam Aqua, & poſito calore graduum 32 in hoc Thermometro, erit vapor 2113 vicibus rarior, quam Aqua: ſed eſt Aër plerumque excenties vel ſeptingenties rarior Aqua, adeoque vapor ejuſmodi Aëre rarior adhuc erit: idcirco hyeme ex apertura in glacies aſſurgens vapor in Aërem adſcendere poterit, veluti rerum eventus quoque docet. Particularum e corporibus in altum adſcendentium ignis præcipua eſſe cauſa videtur: nunquam enim plus Aquæ in ſublime adſcendit, quam diebus æſtivis, Sole admodum urente: Corpora firma quoque in Igne volatilia fiunt.

2°. Non tantum corporum partes Igne ſeparatæ vim repulſionis acquirunt, ſed quoque, quæ Fermentatione, Putrefactione, Permiſtione, Separatione, Effervescentia de cætu ſeparentur; idcirco plurimum Vaporis & Exhalationis ex corporibus, quæ hujuſmodi actionibus exponuntur, adſcendere tum ſolet. Ne autem dubium reſtet, an partium volatilitas ſeparatione ſola oriatur, obſerva, quotieſcunque Fluvius ex præcipitio in rupem cadat, quam verberet, quantus vapor hinc oriatur. In Chanada ex altitudine 156 pedum præceps delapſum flumen Niagara, cum ingenti circumjacentium regionum ſtrepitu, nubem ex eliſis particulis, ſpecie aſſurgentis roris ſpiſſioris, format, ad 5 Milliarium diſtantiam conſpiciendam (*a*). Simile quid de fluvii Velini præcipitio tradit Caſſinus (*b*); tum de Giotha Elf in Suecia Leopoldus (*c*).

3°. Aër ab Aqua & multis aliis Fluidis attrahitur, atque ita fit ſolutionis ſpecies: pari actione Aqua & Fluida trahuntur ab Aëre; idcirco Aquæ & aliorum Fluidorum partes ab Aëre attractæ, ſimulac de cætu ſeparatæ fuerint, in Aërem adſcen-

(*a*) Philoſ. Tranſ. N. 371.
(*b*) Memoires ad opt. T. 6.
(*c*) Relatio Epiſt. p. 97.

ſcendent, per quem diſtribuentur.

4°. Venti quoque multas corporum partes, præcipue Aqueos vapores elevant, & ſecum abripiunt; hinc panni humidi vento expoſiti cito exſiccantur.

5o. Tandem quicquid efficere poteſt, ut corporum partes a ſe ſolutæ, ſpecifice leviores Aëre evadant, erit cauſa adſcenſus. Si particulæ ejuſmodi Aëre ſpecifice multò leviores occurrant aliis gravioribus, quibus adhæreant, maſſam adhuc ſpecifice leviorem Aëre componere, cumque iis ſimul in ſublime adſcendere poterunt.

§. 1187. Vapores aſcendere ex Terra detegimus. 1o. Cum ſolum, remotique montes fumum eructare conſpiciuntur. 2°. Cum admodum diſſiti montes, cælo etiamſi ſereno, quaſi in nebula hærent. 3o. Cum omnia procul diſtantia corpora quaſi ſubſultare videntur. 4°. Cum vapor ex lacubus & paludibus ſub forma nebulæ adſcendit. 5°. Cum Sol & Luna orientes occidenteſque vehementer rubent.

§. 1188. Quia Atmoſphæræ denſitas, & proinde ejus gravitas ſpecifica in variis a ſuperficie Terræ altitudinibus diſcrepat, poterunt vapores & exhalationes in Aërem adſcendere ad altitudines diverſas, illæ quæ ſunt rariſſimæ, aut ingenti vi ſe repellunt, ad maximas: illæ ad minimas, quarum gravitas ſpecifica vix ab Aëre differt; aut quæ exiguo motu, ſive mechanico, ſive repulſionis, ſurſum propulſæ fuerunt: illæ ad aliquam intermediam altitudinem aſſurgent, quarum gravitas cum Aëre mediæ regionis eſt in æquilibrio.

§. 1189. Ex quibus liquet, quare Nubes in diverſiſſimis a Terra altitudinibus formentur, & Meteora alia nunc prope Terræ ſolum, nunc in majori ab ea intervallo contingant: tum quare mutata Aeris denſitate in eodem loco, Exhalationes in ipſo ſuſpenſæ adſcendant, deſcendantve?

§. 1190. Quo Atmoſphæra eſt denſior, eo Vaporibus & Exhalationibus gerendis aptior eſt; quo Aer rarior, eo ineptior erit. Eſt vero hyeme Atmo-

ſphæra frigida, denſior, & gravior, uti obſervationes Barometricæ hujus regionis oſtendunt; quamobrem hyeme Atmoſphæra maximam Vaporum & Exhalationum copiam in ſe recipere atque retinere poterit: ideo tum temporis plurima Meteora contingunt. Et quia hæc ratio potiſſimum in frigidis Regionibus locum habet, manifeſtum eſt, quare in his plura Meteora, quam in calidis locis obſervantur.

§. 1191. Deſcendunt Vapores & Exhalationes ex Atmoſphæra ad Terram ab his potiſſimum cauſis.

1°. Simulac Aeris denſitas, & proinde gravitas ſpecifica a quacunque cauſa imminuitur: tum enim non amplius Exhalationes cum eo in æquilibrio erunt, ſed gravitate prævalentes deſcendent: veluti analogo probatum eſt Experimento, cùm Aër humidus in recipiente, ope Antliæ rareſit, mox nubecula formatur, quæ cadit, ſimulac plus rareſcit Aër: ideo ſæpe pluviam, aliaque Meteora obſervamus, cum Mercurius in Barometro admodum humilis pondus Aëris denſitatemque exiguam indicat.

2°. Quando quæ adſcenderant ab Igne admodum rarefacta, poſtea amiſſo Igne iterum condenſantur, & ſpecifice graviora Aëre evadunt.

3°. Deſcendunt conſumto motu, quo ab Igne vel ab aliis cauſis ſurſum propellebantur.

4°. Quum plures particulæ, ſive a ventis oppoſita directione flantibus, ſive a ventis contra obices reſiſtentes compulſæ, vel a quacunque alia cauſa, ſibi occurrentes coëunt; quo concurſu ſpecifice graviores Aëre factæ, deſcendunt.

5°. Quando nonnullæ Exhalationes ſibi occurrentes illius ſunt indolis, ut ſecum efferveſcant, atque deinde dentur præcipites, veluti in præcipitationibus Chemicis contingit.

6°. Quando a ventis Exhalata ſimul cum Aere, in quo hærent, deorſum pelluntur.

7°. Si venti horizontali directione flantes infra eam Atmoſphæræ partem, in qua ſuſpenduntur Exhalationes, Aerem ex loco propulerunt; tum enim ſuperior Atmoſphæræ pars ſua gravitate ſimul cum

omni-

omnibus, quæ complectitur, in locum a priori Aere relictum deſcendit.

8°. Sed & radii Solis orientis occcurrentes Exhalationibus, eas ad Terram determinant; cumque ſimul Aerem rerefaciunt, ſive ſpecifice leviorem reddunt, eo magis Exhalata deſcendent.

9°. Quando in Atmoſphæram plures Exhalationes & Vapores adſcendunt, quam ab ea ſuſtineri poſſunt, relabentur ſuperfluæ, motu, quo adſcendebant prius amiſſo.

§. 1192. Meteora commode dividi poſſunt in tria genera. 1°. In Aquea, veluti ſunt *Nebula*, *Nubes*, *Ros*, *Pluvia*, *Pruina*, *Nix*, *Grando*, *Turbo*, *Iris*, *Halo*, *Parhelii*, *Paraſelenæ* &c. 2°. in Ignea & lucentia; veluti ſunt *Ignes Boreales*, cum ſuis variis ſpeciebus, *Stellæ cadentes*, *Ignes fatui non urentes*, & alii *inflammantes*, *Ignes Lambentes*, *Bolis*, *Fulgur*, *Fulmen*, *Tonitru* &c. 3°. Aerea; quæ ſunt *Venti*: Hoc ordine Meteora breviter exponam.

CAP. XXXIX.

De Meteoris Aqueis.

§. 1193. QUotieſcunque in Atmoſphæra prope Terræ ſolum Vapores vel Exhalationes ea ſunt copia, vel eo modo conſtituuntur, ut plurimum Lucis intercipiendo, Aerem ſolito opaciorem efficiant, *Nebulam* adeſſe dicimus.

§. 1194. Formantur Nebulæ ab Exhalationibus & Vaporibus, qui ex Terra lente adſcendunt, aut ex alto in eam lentiſſime relabuntur, adeo ut in eodem loco ſuſpendi, vix promoveri videantur. Cum componuntur ex Vaporibus, humidæ & udæ ſunt nebulæ; tum non nocent Animalium ſanitati, nec fœtent: ſed quæ ex Exhalationibus conſtant, ſæpe fœtent; aliquæ noxiæ ſunt ſanitati, plurimorum morborum cauſæ, imo ſunt aliæ lethiferæ. Nebulas ſæpe ex alia materia, quam ex Aqueis vaporibus com.

poni liquet ; quia poſt eas nonnunquam Aquæ ſuperficiei innatans pellicula, pinguis, rubicunda, conſpicitur, illis ſimilis, quam Chemici, Sulphur auratum Antimonii præparantes, obſervant.

§. 1195. Fiunt Nebulæ cælo tranquillo, carente vento, nunquam regnante impetuoſiori vento, a quo ſolent diſcerpi & diſcuti. Plerumque obſervantur veſperi, in primis ſi Sol diurnus Terram valde calefecerit, & ipſo occidente Aer cito refrigeretur, quia in hunc calefactæ corporum Terreſtrium partes copioſe adſcendere coguntur. Id præcipue in Belgio Vere & Autumno, rarius Æſtate contingit; quia inter æſtivi Aeris veſpertinum & diurnum calorem minus diſcriminis eſt, quam tempore Veris vel Autumni. Fiunt quoque Nebulæ mane ad Solis ortum; cum Aer citius ab eodem calore rareſcit, quam quæ in eo ſuſpenduntur Exhalata, quæ cum ideo ſpecifice graviora Aere evadunt, deſcendunt; partim quoque a radiis Solis deorſum pelluntur. Frequentius conſpiciuntur menſibus hybernis, Novembri, Decembri, Januario, Februario: rarius æſtivis, propter frigus Atmoſphæræ ſubito condenſans Vapores & Exhalationes; hinc ſi Hyeme animam efflas, Nebulam vides, cujus nullum eſt ſignum Æſtate. Idcirco in locis Polo ſeptemtrionali vicinis, pluribus ſequentibus diebus dantur Nebulæ. Contingunt plerumque flante vel præcedente vento Africo, vel Auſtro, vel Euro, raro cum aliis ventis ; illi enim ex vicino Oceano plurimos vapores ad nos advehunt. Contingunt Nebulæ regnante &. perſtante gelu, ut & cælo clementiori.

§. 1196. Si diebus aliquot ſequentibus adfuerint, non raro Pluvia, vel Nix immediate poſt ſequitur, Vaporibus tandem in moles majores coëuntibus.

§. 1197. Obſervantur Nebulæ, Mercurio in Baroſcopio ſtationem altam humilemve tenente. Fiunt Mercurio elevatiori, quando cælum diu tranquillum manſit, & & accumulati interim ſunt copioſiſſimi Vapores vel Exhalationes, Aërem ſua copia & partium inordinato ſitu reddentes opacum. Vel quia

Exha-

Exhalata ſua gravitate per Aërem pigrum ſubſidere incipiunt. Dantur Nebulæ Mercurio humiliori, quando nec diu ante cælum fuit tranquillum, nec poſtea manet, atque ex ſe ſua contenta demittit, quæ propter ſuam raritatem in ſe ſoluta retinere nequit; quod experimento in §. 1191. N°. 1. memorato probatur.

§. 1198. Quum Nebula denſa in Terram delabitur, eam Pluviæ inſtar irrigat: conſtat enim ſæpe iiſdem, ac hæc, vaporibus ſed rarioribus, qui magnitudine etiam differunt, aliquando ſua ſubtilitate aciem fugiunt, interdum majores videri poſſunt, exiguas guttas referentes. Idcirco mirum non eſt in iis Iridem ſubalbicantis coloris potuiſſe conſpici, qualem obſervavit Dechales (*a*). Labitur Nebula ſine diſcrimine in omnia corporum genera, ſive polita, rudia vel aſpera fuerint: interdum, ſi admodum humida ſit, ſe in ædes penetrat, parietibus, omnique ſuppellectili ſeſe adjungit, & guttatim defluit.

(*a*) Tract. de Meteoris §. 4.

§. 1199. Nebulæ aliquando plus, aliquando minus diurnæ lucis intercipiunt: interdum tanta caligo effunditur, ut conſpectum in vicino ſtantium eripiat. Hæc Aeris opacitas ab inordinato partium ſitu, irregularis figuræ & magnitudinis meatus efficiente, pendet; tum ab admodum diſcrepante denſitate inter Exhalata & Aerem; quibus fit, ut dum lux tranſire nititur, inæquabiliſſime trahatur, & continuo a recto deflexa tramite, tranſire impediatur. Hinc crebro evenit, ut Aer paucis fœtus vaporibus, nebuloſus & opacus appareat, qui pellucet, ſimulac Aer plures vapores, æquabilius per ipſum diſpoſitos, receperit.

§. 1200. Aliquando Nebulæ ſunt rariſſimæ, & æquabiliter per magnam Atmoſphæræ regionem diſperſæ, aliquantum lucis intercipientes; tum Sol inſpectus oculi aciem non lædit, apparet pallidus, abſque radioſo jubare, & interim ſub ſolito cœruleo colore conſpicitur Atmoſphæra, ac ſi coelum fere ſerenum foret.

§. 1201. An non ſerenitas ſequitur Nebulas æſtivas matutinas? quia hæ facile propter paucitatem & raritatem vel ex Atmoſphæræ excutiuntur, vel propter Solis radios adeo attenuantur, abiguntur, diſperguntur, ut penitus ſolutæ in minima per eam vagentur.

§. 1202. An non in montibus multæ & repentinæ Nebulæ oriuntur a ventis in montes incurrentibus, & vapores, quos raros, ſparſoſque ſecum vehebant, condenſantibus.

§. 1203. Cur ex Montium latere a Sole illuſtrato, videntur ſpectatori in valle ſtanti aſſurgere Nebulæ, fumi craſſi inſtar ex camino adſcendentis? Tantum quia ſpectator lateraliter & oblique inſpicit radios Solis in montem illapſos, trans quos vapores adſcendentes facile videri poſſunt, veluti pulviſculos, in Aere, radiiſque Solis natantes, a latere cernimus.

§. 1204. *Nubes* eſt tantum Nebula, ſed altius ſupra Terram in Aere ſuſpenſa: idcirco Nebula adſcendens, in Nubem verſa videtur. Conſtat id liquido, ſi ad incenſorum quorumcunque corporum adſcendentem fumum, illico formantem Nubem, attendamus.

2°. Quotquot Itineratores in Nubes, montibus inhærentes, adſcenderunt, eas tantum Nebulas eſſe obſervarunt: veluti id Cabæus, Froelichius, Sturmius, Mariottus, Dechales, Lamyus, Frezierius &c. oculati teſtes prodiderunt; nec unquam eas ex nive, glacie, vel mole firma conſtitiſſe deprehenſum fuit.

3°. Figura earum perpetuis mutationibus eſt obnoxia, quod non niſi rarioribus Exhalatis & Fluidis, non firmis concretisque corporibus, competere poteſt.

4°. Simulac Nubes in maſſas firmas concreviſſent, gravitatem ſpecificam multo maiorem ea, quæ eſt in Aere, acquiſiviſſent: adeoque abrupto pondere preſſæ illico caderent, niſi ab impetuoſiſſimis ſuſtentatæ ventis rapidiſſime promoverentur. Quietæ vernici velocitate deorſum ruerent; quod non continu-

ſingere in Nubibus, quæ ſolidiſſimæ eſſe videntur, quotidiana experientia teſtatur.

§. 1205. Nubes tamen opaciores Nebulis apparent, candidiores plerumque, non aliter quam ſi mera nix, vel corpora alba, ſolida, fuiſſent. Hæc apparentia non adeo ex diverſa conſtitutione partium inter Nubem & Nebulam oritur, quam quia Spectator Nebula cinctus, lucem, Nebulam ingreſſam, accipit, cum Nubem intuitus, lucem ab exterioribus partibus reverberatam, & admodum copioſam, ſuis oculis haurit: eſtque reflexa lux copioſior, & proinde fortior, tranſmiſſa.

§. 1206. Nubes in Atmoſphæra ad diverſiſſimas altitudines ſuſpenduntur: nonnunquam aliquot ſupra ſe, diſtinctæque cernuntur, prout varia earum gravitas ſpecifica cum Aere æquilibrium agit. Cognoſcuntur facile ex diverſis, quibus propelluntur, directionibus. Altiſſimæ vix ad parem cum excelſiſſimorum montium cacuminibus adſcendere videntur altitudinem; nam ſupra Nubes multos ſe montes attollere procul ſpectantibus apparet. 2°. Multi, qui horum montium vertices adſcenderunt, infra ſe Nubes, non ſupra deferri, obſervarunt. 3°. Ricciolus, inſtituta menſura Geometrica, nunquam altiſſimas Nubes ad 5000. paſſus evehi notat; Keplerus tantum ad $\frac{1}{4}$ partem Milliaris Germanici. Forte tamen Exhalationes quædam rariſſimæ ad majorem altitudinem aſſurgunt, uti ex Auroris Borealibus nonnullis conjecerunt aliqui. Et ſi Vapor Aquæ in ſpatium 14000. majus rareſieri poſſit, erit Aere prope Terram decies ſexies rarior; verum Aer intervallo 14. milliarium Britannicorum a Terra foret, ſecundum Legem elaſticitatis, decies ſexies rarior, quam ad ejus ſuperficiem; quamobrem ſi Vapores, aut Exhalationes, his raritate ſimiles, in ſuo adſcenſu per Aerem non condenſarentur, poſſent, ex lege æquilibrii, ad 14. milliaria Britannica elevari.

§. 1207. Nubium figura & magnitudo quolibet temporis momento mutatur; nunquam enim Aer,

quo ambiuntur, omnino quieſcit, idcirco partes hinc inde abripiuntur, aliæ aliunde adveniunt. Si autem aliquis ſenſibilis ſpiraverit ventus, qui Nubem inferius vel ſuperius attingit, perpetuo magnæ pattes ab ea diſcerpuntur.

§. 1208. Termini Nubium ſunt valde irregulares, & quaſi aſperrimi; ex quibus ſequitur, Nubem non eſſe molem ex unitis conjunctisve partibus conſtantem, quippe Fluidum unitum in alio Fluido natans, ſphæricam indueret figuram; quæ maneret, ſi id Fluidum in ſolidum verteretur.

§. 1209. Nubium magnitudo eſt diverſiſſima; ſunt enim aliæ Nubes exiguæ, ſunt aliæ, quas Mariottus (a) milliari longiores deprehendit. Sunt quædam admodum craſſæ, ut ex copia Pluviæ, ex eadem nube deciduæ, colligi poteſt, quam aliquando altitudinis unius pollicis Rhenol. æqualem obſervavi, unde concludendum, craſſitiem ejuſmodi Nubibus ultra 100. pedes fuiſſe.

(a) Mouvement des Eaux. C. 3.

§. 1210. Diſputant Philoſophi, utrum Nubium ſuperior inferiorque ſuperficies plana, an inæqualis exiſtat; certum eſt, utrumque obtinere; exſtantiores tamen partes vi ventorum prius a reliquo coetu abripi.

§. 1211. A ventis prærapida celeritate ſæpe promoventur Nubes, adeo ut horæ ſpatio iter 6. vel 7. milliarium Gallicorum conficiant. Aliquando a vento adeo diſcerpuntur in partes, ut illico evaneſcant: hinc nonnunquam ſævientibus procellis caelum eſt ſerenum. Aliquando Nubes diſſipantur, ut ex conſpectu evaneſcant, radiis nempe Solis vapores craſſiores, e quibus Nubes componebantur, attenuantibus, quo non tantum adſcendunt, ſed per alium Aerem diſtribuuntur, ut ſimul cum eo pelluceant. Hoc modo interdum Nubes a Sole ſtricta, fumum aſſurgentem edidiſſe viſa fuit, atque in altiores Nubes mutata. Diſſipantur quoque Nubes, Aeris pondere aucto; tum enim adſcendunt, ut cum Aere ſuperiori & rariori in æquilibrio ſint, atque ita per purum delatæ Aerem ſolvuntur, ac inſenſibiliter deliqueſcunt.

§. 1212. Conſpiciuntur nonnunquam Nubes diverſis ſnfflectæ coloribus ; plerumque tamen apparent albæ , quarum partes Lucem Solis , non ſeparatam in ſuos colores, repercutiunt . Sunt Nubes aliæ fuſcæ & nigræ, qualesillæ, quando tonat, quæ lucem in ſe abſorbent, vix reverberant. Mane & Veſperi Oriente & Occidente Sole apparent Nubes rubræ, quæ Sole, horizontem propiore , videntur violaceæ, mox caeruleæ. Hi colores oriuntur a Luce , ſtringentes pellucidas Vaporum ſphærulas, eas intrante, dein reflexa , mox exeunte & refracta in colores , quorum nunc rubri , nunc violacei , nunc caerulei aciem feriunt, pro varia Solis altitudine, ſimili aliquantum modo , ac in Iride . Exinde intelligitur, quare Nubes quoque virides apparere poſſint, quales Frezierius conſpexit, & in Itinerario Americano notavit.

§. 1213. Quare ſubſidente Mercurio in Baroſcopio caelum fit nebuloſum ? an non quia ſvbſidens Mercurius Atmoſphæram fieri leviorem , ineptioremque gerendis Exhalatis , indicat , quæ idcirco etiam deſcendunt , conjunguntur, caelum Nubemque opacam formant ?

§. 1214. Nubes inſignem habent uſum , 1o. Deferendo Pluviæ materiam ad omnes Terræ regiones. 2o. Tegendo Terras , ne a perpetuo ardore Solis torreantur , atque ita Vegetabilia tempus & opportunitatem præparandi ſuum alimentum habeant . 3o. Videntur eſſe Nubes præcipuæ cauſæ ventorum liberorum . 4o. Ut lux Solis diverſiſſimis directionibus ad Terram reflectatur , atque ita plurima corpora , non directe a Sole illuminata , videri poſſint.

§. 1215. Terrarum halitus & vapor , plerumque raritate aciem fugiens , interdum nebulam imitatus, in altum adſcendens, vel iterum ex cælo in terram decidens, *Ros* appellatur.

§. 1216. In variis plantarum , cælo expoſitarum, partibus , noctu & mane guttæ quædam aqueæ colliguntur , quæ *Ros* dictæ fuerunt ; cepitque opinio fidem,

fidem, hunc noctu e cælo deciduum eſſe vaporem, in foliis plantarum collectum, imo hunc ſolum eſſe Rorem. Verum multæ & accuratæ obſervationes, has guttas tantum eſſe plantarum ſudorem, ex vaſculorum orificiis continuo exſpirantem, evicerunt: nam quælibet planta ſuo rorat modo, pro varia vaſorum fabrica, & orificiorum ſitu (*a*): 2°. Plantæ vaſis incluſæ, tectævæ, noctu copioſiorem Rorem colligunt, quam quæ in aprico ſteterunt. 3°. Colliguntur guttæ in iis modò locis, ubi vaſculorum orificia manifeſto patula ſunt, non in univerſa foliorum facie, nec in locis humilioribus, uti fieret, ſi ex ambiente & deciduo halitu aut vapore oriretur. Hic plantarum ſudor perpetuo quidem ex iiſdem vaſculis exhalat, ſed aut a vento, aut a calore diurno abripitur, vel diſſipatur: noctu poſt diem calidum, & Aere carente vento, ex vaſculis copioſe effunditur, colligitur, nec in Auras evaneſcit, priuſquam Sol oriens liquorem calefecerit, reddideritque volatilem.

[*a*] Gerſten Tentam. de Rore.

§. 1217. Sol ſuis radiis aliquouſque in Terram penetrat, cuncta calefacit, rarefacit, concutitque, ut in altum evolent: quicquid interdiu aſſurgit, aciem fugit, per Aerem cito diſtribuitur: majori tamen copia, Aere poſt Solis occaſum frigeſcente, & per totam noctem, adſcendere cum igne calefacti halitus ex Terra pergunt, lento delati motu, ut nonnunquam ſpatio $1\frac{1}{2}$ horæ tantum ad 31 pedum altitudinem elevati fuerint, & prius corporibus, a ſolo propioribus, quam excelſioribus, adhæſerint.

§. 1218. Differt hic adſcendens Ros pro varia loci natalis & ſoli conſtitutione; hic erit aquoſior, ibi pluribus Spiritibus, Oleis, Salibus, Metallis, aliiſque diverſiſſimorum generum corporibus conſtabit; diverſis idcirco proprietatibus præditus varia phænomena & morbos animalibus ſuſcitabit. Hinc dantur Regiones, in quibus Ros nunquam attingit, labiturve in metalla polita, aliave quædam corpora, dum-

dumque ab his repellitur, ab aliis ingenti vi, quamvis etiam diſcrepanti, attrahitur, magnaque copia collectus adhæret (1): dantur aliæ Telluris plagæ, in quibus ab omnibus corporibus ſine diſcrimine Ros attrahitur, inque omnia, cælo aperto expoſita, labi videtur.

§. 1219. Sunt loca, in quibus tantum Ros in ſublime adſcendere, non labi obſervatur. Sunt loca, in quibus & aſcendit, & labitur: majori tamen copia ſurſum, quam deorſum fertur. Cum vento promovetur, a quo aut condenſatur, aut diſcerpitur, ut evaneſcat.

§. 1220. Quantitas Roris qualibet nocte, aut toto anno adſcendentis determinari non facile poteſt, propter ventos, pluvias, aliaque incommoda: diſcrepabit hæc quoque variis in regionibus pro ſoli conſtitutione, ſitu, & calore, quem Sol cum ipſo communicat.

§. 1221. Quoniam Ros diverſiſſimis conſtat exhalationibus, in variis imo & diverſo anni tempore in iisdem locis, collectus, dabit varia producta: veluti

(1) Mira ſane hæc roris proprietas, quod ſcil. non omnibus indiſcriminatim corporibus adhæreat, Auctori primum obſervata, digna ſane eſt, quæ noſtris tironibus diligentius ſpectanda exhibeatur. Pluribus eam confirmavit experimentis Dn. de Fay *in Monum. Reg. Scient. Acad. A.* 1736., ex quibus innotuit ex omnibus corporibus, vitra vel cryſtallos ejuſmodi eſſe, quæ rorem omnium maxime recipiant; metalla vero, quæ omnium maxime reſpuant; itaut hæc duo corporum genera maximæ, minimæque ejus adhæſionis veluti extrema haberi merito poſſint. Si cryſtallinum vas argentea ampliori patina impoſitum rori exponatur, exiguo elapſo tempore integra ejus vaſis ſuperficies rore madefacta comperietur, cum interim patina ut prius arida nullum admiſſi roris indicium exhibet. Idipſum obſervatur, ſi patina aurea, ænea, ferrea, vel ex alio metallo fuerit. Si contra in vitrea vel cryſtallina patina, quatuor vel ſex hydrargyri contentæ unciæ rori exponantur, ejuſdem magna copia deprehendetur in iis patinæ partibus, quæ a mercurio diſtant, eumque haud tangunt; nullum vero roris in mercurio erit veſtigium. Hujus ſane phænomeni cauſa, niſi a viribus attrahentibus, majori, minorique efficacia donatis repetatur, vix aliud eſt, quod in medium afferri poteſt.

luti Aquas, Spiritus olentes, Sales, Olea, Terras: veluti Chemici experti fuerunt.

§. 1222. Quum æſtate Sol vehementer calefacit arbores & herbas, elevantur ex iis quoque Olea, quæ decidua in Terram conſtituunt *Rorem Oleoſum* vel *Melleum*: hic lapſus in Aquam, natat in ejus ſuperficie, quam pinguem reddit. Vidi hunc plerumque ante meridiem diebus fervidiſſimis decidiſſe, ſed in locis, in quibus arbores erant conſitæ.

§. 1223. *Pluvia* eſt multitudo parvarum aquearum guttarum, diverſis temporibus ex alto Aëre relabentium.

§. 1224. Pluvia fere ſemper ex nubibus cadit: obſervavi tamen Pluviam, ſed in exigua copia & rarioribus guttis delapſam ex Aere, nulla conſpicua Nube obducto, æſtate, cum cælum aliquandiu fuerat tranquillum, & æſtus vehemens & quaſi ſuffocans, quo vapores plures elevabantur, quam ab Aere ſuſtineri poterant, qui mox remiſſo calore condenſati coibant & relabebantur.

§. 1225. Pluvia formatur, quando vaporis particulæ, Nubem componentes propius ad ſe accedunt, ita ut ſe trahere queant, arctari, congeri, coire cum aliis in concilium, guttulam formare, quæ Aere ambiente ſpecifice gravior, labitur, aliis guttis particulisve aqueis occurrit, cum iis ſimul conjungitur, increſcitque in eam magnitudinem, quam cum in Terram labitur, habet.

§. 1226. Si tota Nubes in omni ſui parte æquabiliter mutetur, ſed lente, ut vapores pedetentim coeant, in guttulas minimas abibunt, quarum ſpecifica gravitas cum ab Aere vix diſcrepet, lente per illum deſcendent guttulæ, Pluviam tenuiſſimam & Roriferam, ſive Pſecadem formaturæ; contingit hæc, ſed minus frequenter. Eadem tamen eveniet, cum ab inferiori parte Nubes cæperit mutari, atque mutatio ſurſum lente proſerpſerit; tum enim vapores in exiguas coaleſcentes guttulas, lente deſcendent, & quantæ erant, cum Nubem relinquebant, tantæ ad Terram perveniunt.

§. 1227.

§. 1227. Si vero Nubis ſuperior pars prius mutetur, ſenſimque mutatio per mediam, ad inferiorem partem pertingat, prius formabuntur guttulæ minores in ſuprema Nubis parte, quæ deciduæ in inferiores, cum his coibunt; continuo auctæ, quo plus deſcenderint; id frequentiſſimum eſt, & obſervatum ab iis, qui in valle magnum ſtillicidium experti, montem in eadem Nube adſcendentes, deprehenderunt guttas eo minores, quo altius adſcendebant.

§. 1228. Cauſas quæ efficiunt, ut omnia Meteora, & proinde quoque Nubium particulæ ex alto labantur, tradidimus in §. 1191. Præcipua tamen Pluviæ cauſa venti eſſe videntur: 1°. Qui deorſum in Nubem flantes, eam condenſant, atque in unionem vapores cogunt. 2°. Vel qui Nubes vaporoſas, ex Oceano oriundas, ad Regiones Terreſtres provehunt, pelluntque contra Terras elevatas, Montes, Sylvaſque, atque eas in Pluviam cogunt: ideo montoſæ Regiones copioſiori Pluvia irrigantur, quam planæ: nam in Britanniæ provincia Lancaſtria, altis ſcatente montibus, ſecundum Townleyi obſervata, quotannis circiter 41. pollices Pluviæ decidunt; cum obſervante Derhamo tantum $19\frac{1}{2}$ pollices colliguntur Upminſteri. 3°. Quemadmodum Montes Nubibus reſiſtunt, ita Venti directione oppoſita in alios delati Nubes comprimunt: unde in Oceano Æthiopico e regione Guineæ urceatim imbres interdum cadunt: ita in his regionibus, poſtquam aliquis ventus ſæviit, ſimulac ab oppoſito ad quietem reducitur, Nubes intermediæ ab utroque compreſſæ in Pluviam ſolvuntur. 4°. Quia ex Oceano copioſiſſimæ vaporoſæ Nubes formantur, Venti illas ab Oceano ad noſtras Terras propellentes præcipue pluvioſi ſunt, cum alii venti ſupra continentem ſpirantes, Nubeſque inde advehentes, raro pluvioſi obſervantur. Ex adnotationibus aliquot annorum ſpatio captis, & inter ſe comparatis, Ultrajecti intra idem tempus pluvioſi fuerunt Favonii 203. Africi 135. Auſtri 61. Euri 27. Solani 32. Aquilones 29. Boreæ 54. Cau-

54. Cauri 61. Ex Oceano Germanico efflant Favonii adeo pluvioſi ; partim ex eodem Oceano , partim ex ampliſſimis oſtiis Scaldis , Moſæ , Rheni , afflant Africi , ideo etiam tam humidi : Boreæ & Cauri , quia ſunt frigidi , non adeo copioſas Nubes ſecum advehunt , hinc minus humidi , quia alioquin omnium humidiſſimi forent , cum & ex Oceano Germanico , & ex Lacu Flevo adſpirent , ſed plerumque abſque Nubibus.

Animadverti etiam eſſe dies pluvioſos quolibet anno ad ſiccos Ultrajecti , veluti ſunt quinque ad duodecim . Sed hæc omnia cuilibet regioni ſunt propria , & tantum ex ſingularibus obſervationibus cognoſci poterunt. (1)

§. 1229. Quia Pluvia ex alto delabitur per Aerem Exhalationibus omnis generis ſemper inquinatum , eas ſecum lixivii inſtar conjungit , atque ad Terram vehit : quamobrem Pluvia non erit Aqua pura , ſed Salibus , Spiritibus , Oleis , Terris , Metallis

(1) Sed alia eſſe poteſt vaporum , ſeu pluviarum lapſus cauſa ab ea haud diſſimilis , qua plures præcipitationes fieri poſſe diximus theoremate 11. adnotat. ad §. 551. Scilicet ſi fluidi cujuſdam particulis aliæ alterius corporis , puta A , partes attractionis vi adhæreant , itaut fluidum inde conſtituatur etherogeneum ; tum alterius quoque corporis , puta B , partes eidem fluido offerantur , cum quibus fluidi particulæ majori attractionis vi polleant , quam cum corporis A partibus , has fluidum ex ſe rejiciet , alteriuſque corporis B partibus adhærebit . Ita vero rejectæ corporis A partes , ſi ſui ponderis ſpecifici exceſſu ſupra pondus ſpecificum fluidi vincere poſſunt particularum fluidi cohæſionem , per illas deorſum ruent , ac præcipites fient . Hac ratione contingere diximus , quod ſolutæ in aqua forti ferri particulæ , ab ejuſdem menſtrui partibus , quibus attractionis vi adhærebant , illico ſeparentur , & præcipites fiant , cum cadmia ei ſolutioni injicitur ; ob majorem ſcil. attractionem inter aquæ fortis & cadmiæ particulas , quam eſt inter ejuſdem menſtrui & ferri partes . Quidni etiam & ejuſmodi terreſtres particulæ elevari quandoque in aere poſſunt , quas majori attractionis vi aer ad ſe trahat , quam illa vis eſt , quacum vaporibus adhæret ? Hos ergo ab aeris partibus tum ſegregari neceſſe eſt , ſuoque adeo pondere præcipites fieri . De hac decidentium pluviarum cauſa videſis P. Claudii Fromond in Academia Piſaua Philoſophiæ Profeſſoris *riſpoſta Apologetica ſopra il commercio degli Olj* pag. 272. & ſeqq.

lis &c. inquinata, quorum magnum erit diſcrimen, pro differentia ſoli exhalantis, tum pro anni varia tempeſtate. Hinc Pluvia verna præ aliis fermentationi apta: impurior eſt poſt diuturnam ſiccitatem & ardorem, quam quæ brevi poſt aliam Pluviam ſequitur: impuriſſimam eſſe deprehendit Experientiſſimus Boerhavius (*a*), quæ tempeſtate æſtuante ventoſa, in locis urbanis, humilibus, fœtidis cadit.

§. 1230. Minimarum Plantarum ſemina, atque innumerorum inſectorum ova in Aere natant, quæ quoque ſimul cum Pluvia delabuntur, hinc in ea vegetat viridis Alga fluviatilis, innumera animalcula & vermes excluduntur, quibus pereuntibus fœtet, putreſcitque Pluvia. Quæ in mare cadit minus inquinata eſt, cum Aer, Oceano incumbens, exhalationibus non tantopere ſit impregnatus.

§. 1231. Propter varia corpuſcula Aquæ admixta, pluvia in vaſe curatiſſime clauſo ſervata, brevi in ſe nubeculas exiles, albas, ſenſim majores, pluresque, & magis opacas concipit, quæ poſtea in tenuem, lentum, tenacem mucum degenerant, & Aquam commutant in humorem lenteſcentem. Cum igitur Pluvia tam multifaria corpora ſecum in Terram vehat, non eſt mirandum, quomodo ex Pluvia diverſiſſimæ Plantæ creſcant, quarum ſucci admodum inter ſe diſcrepant.

§. 1232. Ex hiſce intelliguntur Pluviæ prodigioſæ: quando ſcilicet cum iis Exhalationes ſimul ex Atmoſphæra deorſum delatæ ſunt. Pluiſſe Sulphure notatum a Moyſe (*b*), & in Ducatu Mansfeldienſi Anno 1658. a Spangenbergio (*c*), & Hafniæ A. 1646. ab Olao Wormio (*d*), a Siegesbekio Brunſvici Anno 1721.; tum ardenti ſubſtantia, quæ nec Aqua, nec motu extingui potuit (*e*). Pluviæ flavæ, Tigurino lacui, puteiſque ſub flavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchſerus (*f*) Anno 1677., creditus hic pulvis ex pinorum floribus a vento excuſſus, & cum Pluvia delapſus.

Guttæ imbrium quaſi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos & recentiores, ut de ea dubitare fas

non

(*a*) Chem. vol. 1. p. 597.

(*b*) Geneſ. 19. & Deuteron. 29.

(*c*) Chron. Mansfeld. T. 1. p. 395.

(*d*) Muſeum Cap. 11.

(*e*) Nova literar. An. 1684.

(*f*) Meteorolog. Helvetiæ p. 14.

non ſit. Peireſcius hanc in Gallia lapſam examinans, inſectis rubicundis guttas plenas obſervavit (a). Sunt quoque nonnullorum inſectorum excrementa rubra, uti de papilionibus id conſtat; quæ imbri mixta, eam cruentam quaſi reddiderunt.

(a) Gaſſendus in vita Peireſ. L. 2. p. 156.

Pluvia ſalſa, debacchante tempeſtate in Suſſexia Britanniæ, obſervata fuit, cum ventus undas marinas, ſcopulis illiſas, fractaſque in exiles guttas in ſublime elevaverat, & ſupra Terreſtrem regionem propulerat (b).

[b] Philoſ. Tranſ. N. 289.

Pluvia pinguis & butyracea Anno 1695. in Hibernia (c) cecidit, hæc tenax, mollis, profunde flava, in manu liqueſcens, ad ignem exſiccabatur & nigreſcebat. Fabuloſum autem eſt, quum Ferro, Lana, Lapidibus, Carne, Lacte, pluiſſe memoratur.

[c] Phil. Tranſ. N. 220.

§. 1233. Quoniam igitur Pluvia Aerem a ſuis ſordibus lavat, obſervare ſolemus, ceſſante Pluvia Aerem eſſe puriſſimum, pelluicidiſſimum, ita ut objecta admodum remota clariſſime, & plantarum colores multo lætius virere, aliaque juveneſcere, conſpiciantur.

§. 1234. Guttæ Pluviæ ſphæricæ ſunt, magnitudinis diverſæ, nunc pleniores, nunc minutæ, raro earum diameter excedit $\frac{1}{4}$ partem pollicis Rhenolandici, niſi cum urceatim imbres deciderint, quorum guttæ pollici æquales eſſe narrantur (d). Pendent hæc a vi attrahente partium in Aqua, tum a reſiſtentia Aëris, per quem labuntur.

(d) Act. Lipſ. Suppl. T. 2. p. 425.

§. 2235. Cur Pluvia modo denſa, modo rara? An id non, ceteris paribus, pendet ex diverſa craſſitie Nubis quoad altitudinem; ita ut craſſiſſima Nube denſiſſima Pluvia, tum ex varia denſitate Nubis? Cur æſtate guttæ majores & raræ, Hyeme minores & denſæ? An hæc non pendent a diverſa Aeris, per quem decidunt, denſitate & reſiſtentia, minoribus Æſtate quam Hyeme.

§. 1236. Quamvis ex altis Nubibus Pluvia delabatur, non tanta velocitate, ac ex lege gravitatis

ſe-

equeretur, ad Terram pervenit, propter reſiſtentiam Aeris; hac evenit, ut a guttis teneræ Plantarum partes non lædantur, quæ ceteroquin deſtruerentur.

§. 1237. Cur modo vaporibus, non, aut rariſſime exhalationibus pluit? An non quia vapores exhalationem copiam multum excedunt; in guttas facillime coire poſſunt, delapſu permiſcentur cum exhalationibus: hæ vero plerumque incendiis conſumuntur.

1238. In hac regione Pluvia nequaquam aliquibus ſtatis temporibus, ſed admodum irregulariter cadit. Copia plurimorum annorum ſecum comparata, pro anno, dedit Ultrajecti mediam altitudinem 24 pollicum Rhenolandicorum: differt proinde hæc copia in variis Regionibus; Harlemi & in Inſulis Flandriæ obſervatur eadem labi quantitas, Delfis & Harderovici 27 poll., Dordaci 40 pollic., Medioburgi in Zeelandia 33 pollic., Pariſiis 20 pollic. Pariſ, Lugduni 37, Romæ 20 pollic., Patavii $37\frac{1}{2}$, Piſis in Italia $34\frac{1}{4}$, Tigurini in Helvetia 32 pollic., Ulmæ in Germania $26\frac{5}{6}$ poll. Rhen., Witteberga $16\frac{1}{2}$, Berolini $19\frac{1}{2}$, In Britanniæ provincia Lancaſtria 41 poll. Londin., Vpminſteri $19\frac{1}{2}$ poll. Londinenſes. Ex quibus colligi poteſt annum ſicciorem eſſe, cum minor copia pluviæ in his locis ceciderit; humidum contra, copioſiori pluvia labente. Diſcrimen hoc a vicinia marium, lacuum, fluviorum, montium, ſylvarum, a ventis, aliiſque concurrentibus cauſis, pendet.

§. 1239. Uſus pluviæ eſt 1°. Humectare & emollire Terram, quam Sol exſiccat, eamque reddere fertilem, ut poſſit Plantas alere. 2°. Aerem lavare a ſordidis exhalationibus, reſpirationi animalium noxiis vel inutilibus. 3°. Aeris, Terræ ſolo propinqui, calorem temperare; nam pluvia ex alto cælo frigidiori delabitur. 4°. Eſt pluvia origo Fontium, Rivorum, & proinde Fluminum, quamvis non ſola,

nam ad hæc concurrunt vapores, qui noctu frigeſcentes, delatique in ſuperficies elatas montium, uniuntur, in aquam convertuntur, quæ deorſum ſtillans, copiam quoque incredibilem Aquæ fontibus & fluminibus ſuppeditat.

§. 1240. Contigit aliquando, ut duo venti directionibus parallelis, ſed oppoſitis & parum a ſe diſtantibus Nubem intermediam comprimant, condenſentque ſubito in aquam; verum propter motum ab utroque latere oppoſitum eam retorqueant, & in orbem ſine exitu flectant, ita ut nubes circumlata in ſe ſorbeatur, & vortex efficiatur; ac ſi rotæ alicujus intermediæ extremum ambitum oppoſita directione utrimque percuſſiſſent, qua hæc circa centrum gyraretur. Nubis pars circumgyrata, rotundum in verticem effecta, ſua gravitate ex alto deſcendit, columnam format cylindricam vel conicam, quæ baſi latiori reliquæ atræ ſpiſſæque Nubi adhæret, apice deorſum ſpectante; diverſæ eſt craſſitiei, aliquando 50 exapedarum & ultra, aliquando vix 4 vel 5: vocatur *Columna*, vel *Præſter*, vel *Turbo Aqueus*, Græce πρηστὴρ (a), Belgice *een Hoos*. Gallice *Trombe de Mer*. Anglice *Waterſpout*.

Tab. 15. Fig. 4. 5. 6. 7.

(a) Lucret. lib. VI. Ver. 423.

§. 1241. Turbo hujuſmodi intus Aqua vacuus obſervatur, partibus nempe ob vim centrifugam a centro recedentibus: in ſuperficie interna cava cochleam refert Archimedeam *a a*, propter Aquam ex alto delabentem & circumactam: ab exteriori ſuperficie excuſſæ aqueæ partes pluviam formant. Velociter a vento prævalente rapitur, decurritque ſupra mare & terram. Si mari imminet, & fere ad ejus ſuperficiem uſque decidit, ex eo elevatur exigua columna B, occurrens deciduæ, aſſurgens a preſſione Atmoſphæræ ad medium Turbinis, in quo ob vires Aquæ centrifugas Aer eſt rarefactus, unde manifeſto levia corpuſcula per medium Turbinis adſcendere obſervantur. Cum autem undique circa aſſurgentem ex mari columnam copioſiſſima Turbinis Aqua cum impetu decidit, excuſſæ ex Oceano particulæ ſpeciem pluviæ tenuis C undequaque adſcenden-

Tab. 15. Fig. 7.

dendo formant, adeo ut ibi fretum fervere videatur. Quacunque Turbo incubuit, ſolum nudat, corrumpit autem & proſternit majori impetu omnia, quibus occurrit, uti ædificia, arbores proceras, naves, quam venti rapidiſſimi: ingenti diluvio cuncta inundat: ſonum terribilem, inſtar plurimorum curruum velociſſime vectorum ſupra ſtrata lapidea, ſecum comitem habet: nec deſinit, priuſquam Nubes penitus delapſa eſt. Quo major eſt Turbo, maturius corrumpitur: nemo Turbinem toto die vidit, ne hora quidem, mira velocitas ejus, & mira brevitas eſt.

§. 1242. Hinc intelligitur, quid de *Exhydria*, ſive *Fractura Nubium* ſtatuendum ſit, & quomodo immenſa Aquarum vis ex cælo breviſſimo tempore labi in Terram, eamque immodicis imbribus inundare poſſit, ſimul ac Nubes a ventis impetuoſis oppoſita directione flantibus valde condenſantur, ut illico appreſſæ, coeunteſque aqueæ particulæ ſua gravitate deorſum labantur. Quoniam vero ventus, Nubes in oppoſitum montem apprimens, idem præſtare poteſt, patet quamobrem in montoſis locis frequentiores hujuſmodi Fracturæ nubium, quam in regionibus planis contingunt.

§. 1243. Si ros noctu ex Plantarum vaſculis exſudans, aut vapor ex Terra aſſurgens, & ſuperficiei ſoli corporumque humilium inhærens, hyeme ab Aere frigido, particulas conglaciantes ferente, abeat in glaciem, Plantarum Terræque ſuperficiem obducentem, dicitur adeſſe *Pruinam*.

§. 1244. Obſervatur hæc quoque, cum Nebula ad Terram repens, corpora ambierit, iis ſe applicuerit, & mox ſecutum frigus aqueas partes in glaciem verterit: quæ ſub forma parvorum corpuſculorum aut exiliſſimæ nivis undequaque iis adhæret; qualem Pruinam obſervavit Cl. Dechales. (*a*)

(*a*) Tract. de Meteoris Prop. 4.

§. 1245. Hæc interdum in corporibus, quæ aperto Aeri exponuntur, ſpectatur, cum nempe Hyeme poſt antegreſſum gelu Aer humidus tepiduſque ad corpora acceſſerit, cujus vapores condenſati, corporibuſque frigidis & gelu plenis appoſiti, illico in gla-

glaciem vertuntur: præcipue autem hoc ad vitra feneſtrarum apparet, quia vitrum fortiſſime Aquam trahit, tum quoque ad muros, & tecta lapidea, quæ canitiem contraxiſſe videntur.

§. 1246. Si Nubes vertatur in Pluviam, quæ inter delapſum per Aerem, conglaciantibus particulis fœtum, feratur, concreſcunt ſtillæ in corpora globoſa, conglaciata, quæ vocantur *Grando*.

§. 1247. Hæc plerumque magnitudinem guttarum Pluviæ habet: veluti proinde illa guttarum; ita quoque grandinis magnitudo diſcrepat. Quoniam Pluviæ ſtillæ ſunt exiguæ, quæ in nubis parte ſuprema formantur per §. 1226., grando, quæ in vertice montium cadit, minima erit, major, quæ in vallibus; idcirco Cl. Scheuchzerus grana grandinis admodum exigua in Alpium jugis obſervavit; idemque aliis in montibus contingere, ex Fromondi & aliorum obſervationibus conſtat.

§. 1248. Raro tamen granula grandinis ſunt in perfectum orbem corrotundata, verum hinc inde plerumque applanata, compreſſa, anguloſa, concava; qualia imprimis ſunt, ſi ſpirante fortiori vento deciderint; hæc enim oriuntur a ventis, Pluviæ guttas inæquali preſſione in variam reducentibus figuram, quam, dum congelantur, retinet. Nonnunquam grando eſt mollior, & ſuperficiem quaſi farina aſperſam habet, eſt autem hæc exigua., & facile liqueſcit, delapſa plerumque cælo fere tranquillo, humido, tepido. Sæpe grando in medio ſui nucleum habet opacum, album, quem cortex durior, pellucidior ambit: videtur hic nucleus prius genitus, delapſuſque in Pluviæ guttam, a qua dum in rotundum ambiebatur, hanc quoque poſtea in glaciem convertit: hæc enim grandinis ſpecies, ſimul cum intermixta Pluvia cadere ſolet.

§. 1249. Aliquando glaciei magnis fragmentis grandinat, nec in copia exigua, quorum magnitudo ova columbina, gallinacea, anſerina adæquat; imo ceciderunt majora, quorum pondus ſemilibræ, trium quartarum, & libræ fuit. Annales hujuſmodi grandinis

dinis in Europa cuſtoditi oſtendunt, eam contigiſſe æſtate, menſe Majo, Junio, Julio, Auguſto, ſæviente procella, Nubes in atram ſpiſſitudinem condenſante, cum caligine magna, & mugitu terribili tonitruum, ac rutilationibus fulminum. Venti proinde Nubes condenſarunt, ut in Aqueam verſæ ſint maſſam, quæ ſibi commiſſa illico ſub forma fractæ nubis §. 1242. cecidiſſet. Verum fulmina ab incenſis nitroſis & ſulphureis exhalationibus oriunda, Aerem Spiritu Nitri implent, qui ſimul ac conglaciantibus particulis, in Atmoſphæra tunc natantibus occurrit, terribile frigus inducit §. 748. Per hunc aerem ita compoſitum, imbrem ex nube delabentem vis frigoris concreto gelu adſtringit, proinde omnis illa aqua illico cogitur in glaciem, majoris minoriſve magnitudinis, pro varia ejus, in maſſam unitæ, copia. Hujuſmodi grando magnas clades edit, ſternendo, contundendo ſegetem, herbas, fructus decutiendo, imo frangendo arborum ramos, ædium tecta, feneſtras, animalia in paſcuis, aves in aere, & ipſos occidendo homines, quos ferit.

§. 1250. Grando nonnunquam diverſiſſimam, ſed eo tempore in omnibus granis eandem, induit figuram, nempe conicam, pyramidalem, ſemirotundam, anguloſam, compreſſam. An hæc non pendent ab exhalationibus conglaciantibus, propter admixta alia corpora, diverſæ indolis, atque aquam in glaciem, ſub forma diverſarum cryſtallorum, ſed certo tempore ejuſdem figuræ, cogentibus?

§. 1251. Quare non, aut raro, decidit grando in vallibus ita jacentibus, ut montes ad Orientem habeant? an non propter copioſiſſimos Solis radios a montibus reflexos, grandinem inter lapſum diſſolventibus?

§. 1252. Non frequenter grandinat Vltrajecti; aliquot annorum obſervationes inter ſe comparatæ oſtendunt, quolibet anno tantum octies grandinare: nunquam flante Euro grandinem obſervavi; ſemel ſpirante Auſtro. Quoties grandinaverit flantibus variis ventis ſpatio quinque annorum hoc modo depre-

hendi: flante Favonio 13 vicibus, Cauro 8, Septemtrione 9, Aquilone 2, Solano 2, Africo 5. Sunt tamen alia loca, in quibus frequens grando, obſervante Dechales, quæ nempe a Septemtrione aperta inter montes jacent, imprimis, ſi tum Boreas ſupra lacum afflaverit.

§. 1253. Quamdiu grandinat, & antequam grando ad terram decidat, interdum fragor & ſtrepitus in aere audiuntur (*a*), quia granorum nonnulla a vento in alia propelluntur, quæ cum ſint corpora duriſſima, ſonant percuſſorum duorum inſtar: ſed & feriunt alia, quibus occurrunt, corpora, unde quoque ſonus.

(*a*) Lucretius L. VI. v. 155.

§. 1254. Si vapor aqueus ex Nube decidens conglaciatione in filamenta oblonga abeat, quæ variis ſibi impoſita modis forment floccos, id effingitur, quod *Nivem* vel *Ninguem* appellamus.

Tab. 14. Fig. 1. §. 1255. Floccorum figuræ diverſæ ſunt, regulares vel anomalæ: aliquando ſunt ſpicula tenuia, oblonga, A B Fig. 1., quæ concreverunt tantum ex particulis vaporis Fig. 2., in lineam rectam diſpoſitis, atque ita in ſe deciduis, acervatiſque: Si inordinato admodum ſitu ſpicula in ſe jaceant, & hic breviora, ibi longiora fuerint, concreverintque, flocculus nivis anomalus efficitur. Sed regulares flocculi, aliquando effigiem ſtellæ hexagonæ radiorum tenuium, angulos 60 graduum comprehendentium exhibent, uti in Fig. 3. cum tria ſpicula A B Fig. 1. in ſe mutuo cadunt, concreſcuntque: aliquando Nix eſt Liliiformis Fig. 4. hexangula tamen: aliquando quilibet ex ſex radiis, aliis radiolis minoribus ornatur, Fig. 5.: vidi Nivem, cujus figura erat uti in Fig. 6.; aliquando flocculi racemos retulerunt, Fig. 7., qualem Nivem Caſſinus obſervavit (*b*): nonnunquam Stellæ duodecim radiorum ceciderunt, imo & aliarum figurarum, quas eleganter exhibuit Hookius (*c*). Sed lubuit adnectere alias Nivalium floccorum figuras 20, quas hyeme ſæviſſima anni 1740. Mcdioburgi in Zeelandia obſervavit & accurate delineavit Vir induſtrius & eruditus L. Stokke. M. D.: plures tum ſimi-

(*b*) Memoires de l' Acad. Roy. An. 1692.

(*c*) Micograph. pag. 88. a Fig. 7. ad 27.

ſimilium, tum aliarum figurarum floccos collegit, deſcripſitque Cl. Kundmannus (*a*). Quotieſcunque ninxit ſpiculis oblongis vel ſtellis hexangularibus, frigus hæ intenſum ſecum in Terram tulere, paucis horis poſt lapſum ſecutum. Inſolentior eſt Nix regularis figuræ; frequentior eſt, quæ conſtat flocculis figuræ anomalæ, variæque magnitudinis. Videtur diſcrimen figuræ Nivis pendere a diverſis exhalationibus conglaciantibus, quæ vaporibus e nube deciduis admiſcentur; veluti ſalia in aqua ſoluta in cryſtallos variæ figuræ abeunt: animo concipi enim nequit, quomodo ceteroquin nonnullis temporibus omnes flocculi regulares, ejuſdemque figuræ, formari in aere poſſent.

(*a*) Rariora Nat. & Artis S. 2. A. 21.

§. 1256. Solet maſſa Nivis modo deciduæ eſſe admodum rara, quæ tamen flocculis majoribus decidit, minus rara eſt reliqua. Deprehendit Sedileavius (*b*) plerumque Nivis acervum, 5 vel 6 pollices altum, cum tabuerat, unum aquæ pollicem dediſſe, quod de la Hirius confirmavit, addens ſe Anno 1711 (*c*) Nivem duplo rariorem ſolito obſervaſſe, cujus 12 pollices tantum in unum pollicem Aquæ verſi ſunt. Cl. Weidlerus (*d*) ſe Anno 1728. Nivem noncuplo rariorem Aqua inveniſſe tradit: A. 1729. Ultrajecti Nivem ſtellatam examinavi, quæ vigeſies quater rarior Aqua erat. Si Nix copioſe ceciderit in aliquo loco, & gelu perſtet cum tempore ſereno, ſubſidet perpetuo, & evaporando ex ſe quamplurimum imminuitur, unde tandem penitus in Auras evaneſcit: Sol enim ſuo calore Nivem perpetuo emollit, tabefacit, partes ſolutas volatiles reddit, atque ita Nivem conſumit.

(*b*) Memoires Mathem. Anno 1692.

(*c*) L'Hiſtor. de l' Acad. Roy. An. 1712.

(*d*) Obſervationes Meteorolog.

§. 1257. Si perſtante gelu ningat, ſemper flocculi ſunt minores; ſi autem cælum calidius fuerit, ſunt flocculi majores: imo hi interdum ſimul cum pluvia labuntur.

§. 1258. Cepit opinio fidem, ac ſi urgente acri gelu ningere non poſſet; id autem non eſſe conſentaneum experientiæ, Annis 1739, 1740, 1741, conſtitit, diebus enim nonnullis ninxit, & ingens gelu

perſtitit, imo increvit. Neqne ſemper frigus remittit, cum ningit, etiamſi id ſæpe contingat; obſervavi poſt delapſam Nivem frigus increviſſe. Erronea quoque eſt opinio, in mari non ningere, cum in Oceano Hyperboreo id frequens ſit.

§. 1259. Veluti interdum ingens Pluviæ quantitas in aliquem locum decidit, ita & Nivis; hinc obſervatum fuit Anni 1729. menſe Febr. in Sveciæ, Norvegiæque limitibus uno quaſi ictu tantam Nivis cecidiſſe copiam, quæ plures quam 40 domus ſepelivit, unaque omnes in iis ſuffocavit incolas; ſimile quid in Sileſia & Bohemia contigiſſe tradidit Celeb. Wolfius. Præſtantiſſimus Maupertuiſius memoriæ prodidit, tempeſtates in Lapponia ſævire nivoſas, periculi plenas: ventus ab omni parte adflat, nivemque magno cum impetu in vias effundit, viatores occœcat, copia extinguit.

§. 1260. Nix plerumque eſt albiſſima, fortiſſime reflectens allapſam lucem, licet glacies ſit, cujus quodlibet ſpiculum ſeorſum ſumtum & Microſcopio conſpectum pellucet; verum cum inter ſpicula ſingula pori maxime irregulares relinquantur, lux per eos ob inordinatam ſpiculorum attractionem tranſire nequit, ſed fortiſſime repercutitur, veluti a vitro pellucido in pulverem contrito.

§. 1261. Uſus Nivis eſt 1°. Herbas hyeme, quas ſepelivit, adverſus gelu ejuſque injurias conſervare. 2°. Aquam ſuppeditare rivis & fluminibus: ideo in Europæ multis regionibus menſe Aprilis & Maji tument flumina a tabeſcente in montibus nive.

§. 1262. Nonnunquam in cælo apparet *Arcus verſicolor*, qui & *Iris* appellatur, cum Sol a tergo Spectatoris in cælo fulget, a parte anteriori nubilum eſt, ſimul cum Pluvia intermedia.

Tab. 16. Fig. 3. §. 1263. Aliquando in cælo duo aut tres arcus ſimul conſpiciuntur, ſibi concentrici: quorum Internus coloribus gaudet vivaciſſimis, atque ideo *Primarius* appellatur: Externus languet & *Secundarius* au-
Tab. 15. Fig. 9. dit. Si tertius adſit, quod rarius, ſub admodum languentibus coloribus apparet.

§. 1264.

§. 1264. Ordo Colorum in ambobus arcubus eſt inverſus: in *Primario* ordo ſequens eſt, enumerationem incipiendo a parte interiori: Color Violaceus, Purpureus, Cæruleus, Viridis, Flavus, Aurantius, Ruber: *Secundarii arcus* colores tum ſic ſequuntur; Ruber, Aurantius, Flavus, Viridis, Cæruleus, Purpureus, Violaceus, quales colores in Radiis Solis vitreum Priſma refringendo etiam exhibet.

§. 1265. Ut Iris primaria intelligatur, concipiatur ſtilla BDF, quam ſtringat Solis radius AA, qui refringitur ad D, a D repercutitur in F, atque ex F exiens, refringitur in GF, ſeparaturque in colores. Tab. 16. Fig. 1.

§. 1266. A parte Solem ſpectante plurimi radii paralleli, quales ſunt AA, BB, CC, DD, EE, &c. in dimidiam ſtillæ ſuperficiem incidunt: horum nonnulli in gutta refringuntur, atque ad oppoſitam ſuperficiei partem *baed* delati, exeunt in Aerem; qui vero non tranſeunt, ſed reflectuntur a ſuperficie poſteriore *bdae*, replicatique ad anteriorem partem *βadce*, exeunt, & diſperguntur a ſe ad varia loca. Tab. 16. Fig. 2.

§. 1267. Sunt tamen radii A'A, BB, qui ſibi vicini & paralleli incidunt in ſuperficiei anterioris partem AB, & refringuntur ad idem punctum poſterioris ſuperficiei D, a quo antrorſum reflexi ad F, *f*, ex ſtillicidio ſibi paralleli in FG, *fg* exeunt. Hi radii ſibi vicini fortiſſime oculum afficere poſſunt; idcirco hi *Efficaces* appellantur; cum alii, nimis rari, oculum in notabili a gutta diſtantia non ſatis afficere poſſunt. Tab. 16. Fig. 1.

§. 1268. Si radius AA producatur uſque in P, & GF retroducatur ad idem punctum P, tum quoque ex centro C guttæ perpendiculares CL, CM ducantur, tum CA, erit CL ſinus anguli incidentiæ, & CM ſinus anguli refractionis, qui ſunt in radiis rubris uti 108 ad 81: & in radiis violaceis uti 109 ad 81. Si cum his numeris calculus inſtituatur, eruitur magnitudo arcus AE, ut & arcus AD, ex quibus invenitur angulus APG pro radiis ru- Tab. 16. Fig. 1.

rubris 42° 2', pro radiis violaceis 40° 17'. (1)

Tab. 16. Fig. 3. §. 1269. Concipiatur ſtillis ſpatium XZ Atmoſphæræ plenum, Spectator in O, atque ex centro Solis a tergo Spectatoris linea OF per oculum O tranſeat, quæ ſit parallela radiis DE, PS, guttas ſtringentibus: horum DE refractus ad K, inde reflexus ad *n*, & ex hoc puncto exiens refringitur in colores, & delatus ad oculum O, ſub angulo *n* OF 42° 2', repræſentat colorem rubicundum: pari modo gutta S refringens radium PS, eumque mittens ad oculum O ſub angulo QOF 40° 17', repræſentat colorem violaceum. Fingantur jam circa OF, tanquam axim, circumferri O *n*, OQ, deſcribent ſuperficies conicas, quarum baſes circulares erunt.

§. 1270. In harum baſium puncto quocunque viſibili ſub eodem angulo conſpicientur iidem colores: quamobrem Spectator O arcum coloratum videbit, habentem latitudinem *n* Q unius gradus & 45 minutorum.

§. 1271. Ex hiſce igitur apparet, pro diverſa tum Solis, tum Spectatoris altitudine ſupra horizontem majorem minoremve portionem arcus viſum iri. Si enim Sol & Spectator in horizonte fuerint, erit OF ad horizontem parallelus, quamobrem arcus, qui videbi-

(1) Calculum geometricum, ex quo prædictorum angulorum menſura eruitur, conſulto Auctor præterit, ne nimia ejus difficultate tironum ingenia torqueat: de eo interim, ſi lubet, vide eundem Auctorem in *Eſſay de Phyſiq. c. 39.* §. 1600, vel Newtonum *Optic. l. 1. part. 2. prop. 9.* Verum eadem angulorum quantitas, ſaltem præter propter ſequenti experimento liquet. Suſpendatur ſcil. in Sole globus vitreus E (*Vid. fig. 3. Tab. 16.*) aquæ plenus, tum in tali poſitu inſpiciatur, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant cum Solis radiis angulum 42 grad. circiter, & tum ſpectator in O videbit colorem rubrum clarum in ea globi parte, quæ eſt a Sole averſa, veluti ad K. Quod ſi deprimendo globum, is angulus minor fiat, videbuntur continuo alii colores, flavus, viridis, cæruleus, ac demum violaceus, cum ſcil. is angulus ſit circiter grad. 40. Idipſum experiri etiam licet intuendo globum immotum, & interea attollendo, vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, quemadmodum opus eſt, ut is angulus præſcriptæ magnitudinis evadat.

debitur, erit portio dimidia circuli. Sole autem adſcendente ſupra horizontem, illius proinde minor portio videbitur. Sole autem elevato 42° 2', recta O*n* erit horizonti parallela; proinde arcus minima portio in horizonte apparabit, & Sole tantillum plus elevato, totus arcus evaneſcet.

§. 1272. Quo Pluvia Spectatori O propior eſt, eo baſis Coni erit circulus minoris radii, adeoque arcus apparebit minor. Quo Pluvia plus diſtat a Spectatore O, eo baſis Coni erit major, arcuſque amplior.

§. 1273. Si Pluvia deſinat a parte HC, tantum videbitur pars arcus HEV; Pluvia ceſſante ad EV, videbitur modo pars arcus HC, ceſſante autem Pluvia intermedia EH, tantum arcus crura in EV, HC videbuntur.

§. 1274. Quoniam Pluvia ex Nube uſque in Terram decidit, Spectator in planitie conſiſtens arcus horizonti inſiſtere videbit.

§. 1275. Si Pluvia ſupra caput Spectatoris in prato poſiti tranſiverit, antrorſum progredi pergat, guttæque gramini plantiſque copioſe inhæreant, crura arcus videntur aliquando in longo tractu irrigati graminis jacere; cum nempe Solis radii ab his guttis refracti ſub iisdem angulis ac in §. 1268. ad Spectatorem redire poſſunt.

§. 1276. Cum autem arcus ſub iiſdem angulis modo videri poteſt, patet etiam Iridem præcedere Spectatores accedentes, & ſequi fugientes.

§. 1277. Eſt modo Iris conſpicua, cum cœlum Soli obverſum eſt nubilum, ita ut lux pauciſſima inde redire poſſit, hæc enim ceteroquin ſuo robore nimis fulgens, impediret, quominus colores in arcu obſervari poſſent: ideo colores Iridis ſunt magis intenſi, quo cælum a parte anteriori Spectatoris eſt magis opacum.

§. 1278. Sit gutta Pluviæ ſphærica BDEH, radius Solis AB, qui refringitur a B uſque in D, Tab. 16. Fig. 4.
inde repercutitur uſque ad F, iterumque inde redditus venit ad H, ex quo puncto exiens, refractuſ-

que

que fit HI, qui proinde radius bis reflectitur, refrangiturque. Radii hujuſmodi ſunt efficaces ad Iridem formandam, cum ſibi vicini A B, $\alpha\beta$, incidunt, & poſt primam reflexionem in D & Z ſibi paralleli fiant DF, ZX: atque inde reflexi ad H & S, ſecunda vice refracti in H & S, ſibi iterum vicini parallelique ferantur HI, SR.

§. 1279. Calculo ſubduci poteſt ex ratione refractionum radiorum ex Aere in aquam, quantus ſit in hoc caſu angulus API: hic enim pro radiis rubris eſt 50°, 58', 39" & pro violaceis 54° 7'. (1)

Tab. 16. Fig. 3. §. 1280. Quamobrem ſi Spectator fuerit in O, radiuſque e Sole, a tergo fulgente, per oculum ductus OF, radiique guttas Pluviæ ſtringentes A B, P M bis refracti reflexique pervenerint ad oculum O, formantes angulum BOF 54° 7', & MOF 50° 58', 39", videbuntur colores violacei & rubri: circumactiſque circa OF axim rectis BO, MO, formabuntur Coni, in quorum baſi, ſub latitudine 2 grad. 8', 21", videbitur arcus coloratus, ſive *Iris ſecundaria*.

Tab. 16. Fig. 4. §. 1281. Hujus Iris colores ſunt minus intenſi, quam primariæ, quia multi radii inter A B & $\alpha\beta$, illapſi exeunt ex gutta ad DZ; qui reflectuntur ad XF, pro parte etiam ad X & F egrediuntur, adeo ut pauci ſint, qui egreſſi ex H & S ad Spectatorem pervenire poſſunt.

§. 1282.

(1) Omiſſo in tironum gratiam geometrico calculo, de quo videſis ejuſdem noſtri Auctoris *Eſſay de Phyſiq. ch.* 39. §. 1606, & Newtoni *Opt. l.* 1. *part.* 2. *prop.* 9., eorum angulorum quantitas colligitur ſimili experimento globi vitrei aquæ pleni, de quo ſupra in adnot ad §. 1268. Si ſcilicet is globus attollatur uſque ad M. (*Vid. fig.* 3. *Tab.* 16.), donec radii a globo ad oculum pervenientes contineant cum Solis radiis angulum 50 circiter gradu=m; videbitur tum color ruber in ea globi parte quæ eſt Soli obverſa. Quod ſi attollendo globum, adhuc major is angulus factus fuerit, color ille ruber convertet ſe in alios colores flavum, viridem, cæruleum, ac demum violaceum, cum nempe ille angulus graduum 54 evaſerit. Quod & experiri etiam poteſt, ſi manente globo immoto, attollatur interim, vel deprimatur oculus, vel aliter moveatur, uti facto opus eſt, ut is angulus præſcriptam acquirat magnitudinem.

§. 1282. Quia ſecundariæ Iridis colores ſunt adeo debiles, videri nequeunt, niſi cælum anterius ſit admodum nubilum; idcirco rarius ſecundaria Iris, rariſſime tertia Iris conſpicitur, quia, ut hæc videri poſſit, in gutta tres reflexiones, & duæ refractiones fieri debent; præterea, ut cælum poſt guttam ſit fere nigrum, nullamque lucem reddat, poſt tergum vero Spectatoris Sol clariſſime fulgeat.

§. 1283. Non aliter Iris Lunaria; quæ licet admodum raro fiat, tamen in nocte tempore Plenilunii in Pluvia obſervata fuit, explicanda eſt: hujus autem colores ſemper ſunt debiliores quam Iridis Solaris; cum lumen Lunæ propter raritatem non tantum virium habeat, quam Solis, quibus guttas pluviæ perſtringat.

§. 1284. Hucuſque Arcum per totam ſuam amplitudinem æque latum eſſe diximus, & ita ſe habet, quamvis crura ejus inferiora appareant latiora, apex vero tenuior: et ideo duæ ſibi concentricæ Irides inter apices ſuos majori intercapedine diſtant, quam inter crura: quod phænomenon a Spectatoris imaginatione pendet.

§. 1285. Plurima hic addenda forent, quæ ſpectant calculum angulorum, quos radii efficaces formant, aliaque, quæ cum nimis ſubtilia & prolixa ſunt, in his Elementis omittimus. De his, ut & aliis huc ſpectantibus conſulantur Acta Philoſophica Britannica No. 240. 267. 375. & Clarki notæ ad Rohaulti Phyſicam Part. 3. Cap. 16., Newtoni Optica, & Lect. Smith compleat Syſtem of Optiks. B. 2. C. x. vel Phyſica Belgico ſermone conſcripta. (1)

§. 1286.

(1) Ex veteribus Philoſophis nonnulli quidem, etſi obſcure, intellexiſſe videntur colorum Iridis cauſam abs radiorum ſolarium in pluviæ decidentis guttis refractione pendere. At plenius id primus invenit, uberiuſque explicavit Antonius de Dominis Archiepiſcopus Spalatenſis in libro ſuo *de radiis viſus, & lucis*, quem ante annos amplius viginti ſcriptum, in lucem tandem edidit amicus ſuus Bartolus Venetiis Ann. 1611.; in eo quippe libro oſtendit Vir do-

§. 1286. Solem, Lunam, Planetas, Stellas fixas ambiunt *Coronæ*, vel *Halo*. Sunt hi circuli lumino- ſi memorata ſydera circumnectentes, interdum albi, interdum Iridis inſtar colorati: daturque vel unus vel plures ſibi concentrici: qui circa Syrium & Jo- vem obſervati ſunt, diametros habuerunt 2, 3, 4, 5 graduum, nunquam majores (*a*). Qui ambiunt Lunam, interdum ſunt parvi, diametri 3 vel 5 gra- duum (*b*); ſed tum hi, tum illi, qui Solem cingunt, diverſa conſpiciuntur diametro, obſervati enim fue- runt 12°, 22° 35', 30°, 38°, 45°, 46° 24', 47°, 90° & majores. Eorum diametri, quo tempore per- ſtant, mutationibus ſæpe ſubjiciuntur. Differt quo- que annulorum coloratorum & alborum latitudo, cum dentur 2°, 4°, & 7° graduum. Nudo oculo in- ſpecti circuli, ovati apparent; ſique diameter in meridiano jacere concipiatur, atque diviſa in 3 par- tes, Sol duabus partibus ab infimo puncto aberit: Inſtrumento dimenſi circuli, rotundi deprehendun- tur (*c*).

(*a*) Gaſſendus ad Diogenem p. 584. Mariotte Mouvem des Eaux. Wolfius, in Cogitationibus Ingenioſ.

(*b*) Newtoni Optica Lib. 2. part. 4. Obſ. 13.

(*c*) Smith, Optiks L. 1. §. 167. Remark. 344.

§. 1287. Sive circuli colorati vel albi conſpician- tur, ſemper ſpatium intermedium inter Luminaria & circulos minori claritate lucis donatur, quam ipſi circuli. Colores Coronarum ſunt dilutiores, quam Iridis; & diverſo ordine ſe ſequuntur, pro varia Co- ronæ amplitudine: in iis annulis, quos obſervavit Newtonus Anno 1692. colores, ab interioribus ad exteriora eos numerando, hoc ordine jacebant, ut in intimo annulo fuerit cæruleus interior, albus in medio,

doctus, quemadmodum arcus interior binis refractionibus radiorum Solis, ſingulisque reflexionibus inter binas iſtas refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus binis refractionibus, biniſque itidem reflexionibus interjectis, in ſimilibus aquæ guttis efficiatur. Suamque explicandi rationem experimentis comprobavit in phiala, vel globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocati. Porro eandem explicandi rationem perſecutus eſt Carteſius in *Meteoris* ſuis, eamque quæ eſt de arcu exteriori inſuper emendavit. At cum hi Auctores veram colorum originem non intelligerent, aliquid in eorum explicatione adhuc deſiderabatur, quod demum complevit Clariſſimus Newtonus, cauſam phyſicam uberius deducens ex detecta diverſa radiorum refrangibilitate.

medio, rubeus exterior: in ſecundo annulo purpureus, cæruleus, viridis, flavus, palleſcens rubeus: in tertio annulo cæruleus palleſcens, & rubeus palleſcens ſe ſequebantur.

Hugenius in ambitu interiore colorem rubrum, in exteriore cæruleum pallidum obſervavit: aliquando interius colorem rubrum, exterius album, & alio tempore colores eo ordine ac Newtonus in intimo annulo conſpexi. Weilderus colorem interiorem flavum, exteriorem candidum notavit.

§. 1288. Harum Coronarum cauſa in Atmoſphæra non longe a Terra exiſtit: nam 1°. licet animus noſter judicandi imbecillitate deceptus, circa ipſum ſidus coronas putet poſitas, circa dicta ſydera Atmoſphæræ aut non ſunt, aut nequaquam tantæ. 2°. A paucis tantum obſervatoribus ſimul, raro ad intervallum duorum vel trium milliarium conſpiciuntur. 3°. Rumpuntur obortis ventis. 4°. Non colliguntur niſi ſtabili Aëre & pigro. 5°. Nunquam cælo apparent ſereno, ſed rara Nebula obducto. 6°. Nebula hac a vento propulſa, ab ea parte rumpuntur.

§. 1289. Arte coronam imitamur, cum tempore frigido vaporem calidæ aquæ inter candelam & oculum ad aſcenſum cogimus; hinc in balneis circa lucernam adſpici ſolet. Tum ſi in recipiens vitreum & vacuum, Aërem readmittamus, ultra quod candela ponatur; ſimulac enim Aër ad aliquem denſitatis gradum pervenerit, Halo cum diverſis coloribus circa flammam videtur (*a*). Quamobrem quæ in ſublimi apparet Halo, ſimili modo ac arte producta, efficietur. Hæc autem vel a Luce, per vaporis particulas tranſeunte, & bis refracta; aut a Luce inter interſtitia vaporum currente, & viribus attractricibus inflexa, ſuoſque in colores ſeparata, oriri poteſt. Quarum poſterior cauſa minus veroſimilis eſt, propter inæqualia intervalla, quæ globi æquales, æqualiter diſtantes inter ſe relinquunt; ut æquabilis & continua radiorum inflexio inde vix oriri poſſe videatur. In annulos vero coloratos lux ſeparatur, cum per aqueas bullas cavas, ſapone inſpiſſatas, tranſit;

(*a*) Boyle in Contin. prim. Exp. per. Phyc. §. 44.

tranſit; nam pro varia pellis craſſitudine in bullis, diverſus, tam reflexione, quam tranſitu, oritur color. Sit igitur vaporis exilis pila X, ſitque craſſities βb æqualis craſſitiei pellis in magna pila ſaponacea, ubi annulum rubeum tranſeuntibus radiis format; ſit γc craſſities vaporis, qualis in ſaponacea pila annulo flavo convenit: ſit δd in vapore craſſities, qualis in pila ſaponacea cæruleum annulum format, &c. adeoque in vaporis pila X per locum annularem βb, radii Bβ tranſibunt, formaturi annulum rubeum: per γc tranſibunt radii Solis Cγ, qui poſtquam exiverunt, annulum flavum effingent; veluti per δd, radii tranſmiſſi annulum faciunt cæruleum. Hi omnes radii axem A αa ſub vario ſecant angulo, tendentes ad *k, h, g, f, r*, magis perpetuo a ſe divergentes: oculus autem in locis his *k, h, g*, poſitus colores memoratos ſpectabit, eoſque ad varia loca referet.

Tab. 16. Fig. 5.

Tab. 16. Fig. 6. §. 1290. Sint in plano KX aliquot ſphæræ ejuſdem magnitudinis, Spectator in S, radii e Sole emiſſi, paralleli in eas incidant, formenturque a radiis tranſmiſſis aliquot annuli colorati, uti in §. 1289. Sit RZS a Sole ad Spectatorem S dimiſſus, & perpendicularis in planum KX; Solis radii PE, illapſi in eam ſphæræ partem, ut tranſeuntes annulum rubrum forment, deinde ferantur ad S; Radii PK illapſi in alterius ſphæræ partem, ut tranſeuntes annulum cæruleum forment, poſtea dirigantur ad S: quod ſi tum circa ZS, tanquam axim, circumferantur ES, KS, generabitur Conus, in cujus baſi circulari poſitæ in ſublimi Aëre ſphærulæ poterunt ex ejuſdem coloris annulis, ſub eodem angulo ESZ, KSZ, dimittere ad Spectatorem S radios cæruleos & rubros; quamobrem Spectator S videbit circulum coloratum, intus rubeum; extus cæruleum. Si plurimi diverſi colores cadent intra angulum KSE, apparebit hic medius circulus albus: ſi vero in KSE alterius annuli colorati radii ferantur, ejuſmodi coloris circulus quoque videbitur.

Veluti ſic unius circuli colorati Theoriam dedimus;

mus, poſſunt concipi plures priorem ambientes. Si autem radii colorati ex plurimis annulis ſphærarum K, E, lapſi ſupra ſe ad S pervenerint, tantum annulus KSE albus apparebit.

§. 1291. Si ſphærulæ K, E, Z fuerint variis temporibus majores vel minores, ordines colorum in annulis diſcrepabunt, unde non ſemper idem ordo colorum in Coronis obſervatus fuit. Sed & qui eundem dant colorem, non ſub eodem angulo ad oculum S perveniunt: idcirco diverſa ſub amplitudine coronæ conſpiciantur neceſſe eſt. Et quia eadem vaporis pila transmiſſis radiis multos diverſosque annulos coloratos format, quorum in X Fig. 5. modo quatuor depinximus; horum vero radii ſub diverſis angulis axim A & *a* ſecant: ideo prout hæ pilæ altius a ſolo, vel propius ab eodem ſuſpenduntur, variorum annulorum radii ſub diverſis angulis ad ſpectatorem pervenient, atque ideo corona amplitudine increviſſe, aut decreviſſe ſpectabitur, quemadmodum in eadem corona, aliquamdiu perſtante, obſervatum fuit.

§. 1292. Has coronas eſſe indicium venti, vel pluviæ, aut inſtantis procellæ fabuloſum eſt: ſæpe enim animadverti, cælum die ſequenti tranquillum manſiſſe. Subtiliora huc ſpectantia videri poſſunt in Newtoni Optica Lib. 2. Part. 4. aut apud Hugenium in Poſthumis, Smith Optiks B. 2. Ch. XI. Hugenius autem ex hypotheſi grandinis extrinſecus pellucidæ, interius nucleo nivali opaco conſtantis, ſubtiliſſime quoque coronas explicuit; quam ſententiam propter obſervationes §. 1289. amplexi non fuimus.

§. 1293. Nonnunquam in Cælo una cum Sole aliquot ſpurii Soles apparuerunt, qui *Parhelii* appellantur, quia in propinquo fere a Sole viſuntur, aut quia ad aliquam ſimilitudinem Solis accedunt. Horum numerus variat; aliquando enim unus vel alter, interdum plures, uſque ad ſex, conſpecti fuerunt Parhelii.

§. 1294. Magnitudo Parheliorum eadem ac veri Solis apparet; figura a rotunditate ſubinde recedit;

 fulgor

fulgor plerumque languidior quam in Sole, aliquando idem; ſi autem multi adſunt ſimul, aliqui hebetes minus ſplendent, pallentque. Illorum limbi, Iridis inſtar, coloribus tincti ſunt: multi caudam longam, a Sole averſam, ſubigneam, ubi ſpurio Soli adhæret, ſed aucto intervallo pallidiorem habent; alii cauda carent: Cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet.

§. 1295. Parhelios comitantur fere ſemper circuli nonnulli, quorum alii coloribus Iridis donantur, alii albi ſunt; vario hi etiam ſunt numero & magnitudine: omnium tamen eſt eadem latitudo, quæ æqualis diametro Solis apparenti. Sunt circuli, qui Solem in ſuo centro poſitum ambiunt; hi colorati ſunt, & diametrum 45, imo 90 graduum habuiſ-
Tab. 16. ſe obſervari. Horum planum eſt perpendiculare ad
Fig. 10. rectam, ductam a ſpectatore per centrum Solis: idcirco eorum ſitus pro varia Solis altitudine ſupra horizontem differt; quo horum colores ſunt vivaciores, eo lumen Solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli; plerumque unus eſt ampliſſimus, albus, omnes Parhelios complexus, & qui, ſi fuerit integer, per verum Solem tranſiret, hujus centrum eſt ſpectatoris Zenith: ejuſmodi circuli diametrum 130 graduum ſpectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minorum circulorum, qui dum per priores coloratos tranſibant, eos tantum ſua latitudine obtegendo, in plano tranſeunte per Zenith & Solem, coloribus etiam tingebantur: alioſque Parhelios continebant. Fuerunt & alii circuli oblique reſpectu omnium memoratorum poſiti. Ordo colorum in circulis coloratis eſt veluti in Iride; ſed in parte interiori Solem reſpiciente rubeus eſt, veluti in multis Coronis quoque obſervatur.

§. 1296. Parhelii ſpatio unius, duarum, trium, imo quatuor horarum, Sole ad diverſas altitudines elevato conſpecti fuerunt. Evaneſcunt tum Parhelii, tum orbes pedetentim, primo ab una parte, deinde ab altera, reditum crebro in iis minati locis, ubi

Digitized by Google

ubi evaneſcere ceperunt, donec tandem penitus deſinant.

§. 1297. Parheliorum materia hæret quoque in Atmoſphæra Terreſtri. 1°. Quia orbes colorati eos cingentes ſunt tantum Coronæ, quarum materia per §. 1288. in aëre noſtro ſuſpenditur. 2°. Secundum obſervationes accuratas Hevelii, Hugenii, Caſſini, Maraldi, Verdrieſii, & noſtras, Cœlum Parheliorum tempore nunquam fuit perfecte ſerenum, ſed nebula tenui & pellucida obductum. 3°. Quo colores orbium ſunt vivaciores, eo magis lumen veri Solis pallet. 4°. Vix in duobus locis, quamvis parum diſſitis, ſimul conſpiciuntur. Nam Parhelii, qui Harlemi anno 1734. febr. 22. viſi ſunt, nequaquam apparuerunt Ultrajecti: ita quoque Paraſelenæ binæ cum Coronis anno 1734. martii 12. inſignes conſpectæ fuerunt in pagis Catvieo & Koudekerka, ut & Leydæ: nec harum omnium quicquam Ultrajecti conſpectum fuit. 5°. Obſervantur plerumque tempore brumali, frigido, cum mediocri gelu, ſpirante vento leni, Borea, vel ex Boreali plaga. 6°. Deſinentibus Parheliis aliquando Pluvia, aut Nix, ſpiculis oblongis conſtans cadit.

§. 1298. Quoniam Parhelii non ſemper cum iiſdem phænomenis apparent, eorum cauſæ quidem poſſunt eſſe ſibi ſimiles, non tamen erunt accurate eædem; adeoque in Theoria, quam dabimus de una obſervatione, aliquid mutandum erit, quotieſcunque aliæ apparitiones in aliis Parheliis aderunt.

§. 1299. Supponamus ſpicula glacialia, cylindrica, tenuia, in alto Aëre ſuſpendi, qualia ſub Nivis forma interdum labuntur: atque hæc a radiis Solis incipiant liqueſieri, ita ut C D nucleus medius opacus non ſolutus ſit, ſed exterior pars A B, A B, liqueſcens pelluceſcat; reſolutæ autem Aquæ pars deorſum ſtillans formet globulum B E B: ejuſmodi ſpiculum propter centri gravitatis ſitum inter D & E, in Aëre erectum natabit. His poſitis non difficulter Parheliorum phænomena explicari poſſunt: veluti in his obſervatis oſtendam. Neque ſunt hæc admo- Tab. 16. Fig. 7. Tab. 16. Fig. 10.

admodum temere poſita, 1°. Cum ejuſmodi ſpicula cylindrica actu in Aëre dentur, 2°. Et tempore Pareliorum cecidiſſe obſervata fuerint, 3°. Atque ſimilia arte confecta ex vitro Aquæ pleno, cum immiſſo opaco ligno, & in ſublimi ſuſpenſa, notante hujus ſententiæ auctore Hugenio, Parhelios exhibuerint.

§. 1300. Cum in Aëre hæc ſpicula pendentia, nonnihil de lumine Solis intercipiant, apparebit verus Sol minus fulgens, quam cælo ſereno. Sit Sol
Tab. 16. Fig. 7. S R, ex diametri extremis ponantur emiſſi radii S P, R Q, qui illapſi in A B ſuperficiem, in lineam modo icidiſſe ponantur, adeoque tanquam in ſpeculum planum incidunt, a quo repercuſſi ſub æqualibus angulis, ferentur in P V, Q V. Spectator poſitus in V lumen hoc recipiet, quod debile erit; dum Q P tantum lineola reflectens ſit; aliud autem lumen ad latera hujus in ſuperficiem reliquam illapſum, aliorſum quam ad V reflectatur. Apparebit autem in V objectum lucens in hoc ſpeculo P Q ſub eadem altitudine ſupra horizontem, ac eſt Sol S R, & ſub eadem longitudine cum S R, per §. 1038. non vero ſub pari latitudine, quia P Q tantum eſt linea reflectens.

§. 1301. Si igitur Spectator fuerit in α, ejuſque Zenith in β, atque anguli $\lambda\alpha\beta$, $\xi\alpha\beta$, fuerint æqua-
Tab. 16. Fig. 7. 8. 10. les angulis Z V P, Z V Q figuræ 7., apparebit ipſi in α, ob radios a ſpeculis undiquaque repercuſſos; annulus albus $\varkappa\lambda\mu\nu$, ejuſdem altitudinis ſupra horizontem cum Sole γ, & pari latitudinis cum ejus diametro.

Tab. 16. Fig. 7. §. 1302. Sol quoque radios S P, R Q vibrat, qui pellucidum corticem ſpiculi ingreſſi, refringuntur ad P T, Q X, in ſubſtantia hac glaciali; exeuntes vero ad T X, in Aërem feruntur in rectis T Y, X Y, parallelis prioribus S P, R Q, & quia craſſities P T eſt admodum exigua, Spectator poſitus in Y hos radios non judicabit ex altius collocato objecto venire, quam eſt R S. Non autem ad Spectatorem poſitum in Y tantum radii illapſi in lineolam P Q ferentur,

ſed

ſed quoque alii vicinarum lineolarum. Cumque omnes refringantur exeundo ex T X & vicina ſuperficie, in ſuos colores ſeparabuntur, quorum plurimi ſupra ſe cadentes, priſtinum candorem exhibebunt: per §. 931. alii nimis ad latera delati ſuos colores retinere videbuntur.

§. 1303. Si conceperimus hæc ſpicula in circulo Tab. 16. Fig. 8. 10. albo, quem modo explicui in §. 1299. liquet ad Spectatorem in α poſitum, multos ejuſmodi delatum iri radios per ſpicula tranſmiſſos, quæ inter ipſum & Solem γ poſita ſunt, datumque iri aliquem locum, in quo ſpicula copioſiſſimam lucem refractam ad Spectatorem mittent, quæ efficiet, ut ſpurius Sol in ν & κ, in circulo hoc albo appareat: cumque vicina ſpicula ſemper eo pauciorem lucem, hoc modo tranſeuntem, ad locum α dimittant, quo magis remota a Sole γ fuerint, idcirco fulgens cauda Parheliis ν & κ adhærere videbitur, ſed circulo albo incluſa; atque ob laterales radios in colores refractos, Parhelii & caudæ cum limbis coloratis conſpicientur, caudæque a parte poſteriori minus fulgebunt, exporrectæ ad $\frac{1}{2}$ partem circuli a Sole γ.

§. 1304. Si Solis radii O M deferantur in plano A B, qui recta ad K perrexiſſent, hi refracti feren- Tab. 16. Fig. 9. tur in ſpiculo, ejuſque plano B C ad P; ab ejus autem poſteriori puncto P repercuſſi, ferentur in plano C D ad G, exeunteſque ex ſpeculo, & refracti ex G ad F, in plano E D movebuntur. In his delati planis, ducta parallela H F ad latus ſpeculi D G, pervenient ad F, ſub eodem angulo H F G, ac ſi directe a puncto K repercuſſi fuiſſent, adeoque ſub eodem angulo ac in ſpiculum inciderunt.

§. 1305. Concipiantur iterum ſpicula in circulo albo; radii ex Sole γ emiſſi, ad Spicula λ & μ re- Tab. 16. Fig. 8. 10. fracti bis, & ſemel reflexi, pervenient ſub angulo λ α β ad ſpectatorem in α, & quidem copioſi: quamobrem hic iterum apparebunt in λ & μ Parhelii, quamvis minus fulgentes prioribus, quia etiam a poſtica parte ſpiculorum multi radii repercutiun-

tur, nihilominus multi quoque tranſeunt; & ideo eorum caudæ adeo debiles erunt, ut diſcerni nequeant.

Tab. 16. Fig. 7. §. 1306. Spiculorum inferiori parti guttula globoſa B E B adhæret, per quam lux tranſiens, annulos coloratos format F G, H K, L M, veluti vidimus in globis fieri, qui Halones producunt §. 1289. Hæ proinde ſimiles ſpectandos præbebunt annulos coloribus Iridis tinctos, δι, ικνθ fig. 8. qui ſolem γ cingent, & vel ſimplices, pluresque numero erunt, poſitique in alio plano, nempe quod perpendiculare eſt ad rectam, inter Solis centrum & Spectatorem ductam.

§. 1307. Si Aëris motus hæc ſpicula quieſcere non ſinat, ſed latera tantillum moveat, remittatque, continuo fulgor Parheliorum mutabitur: quamobrem quaſi in perpetuo labore conſtituti apparebunt. Qui plura & ſubtiliora deſiderat, adeat Nob. Hugenii Diſſertationem de Coronis & Parheliis, & Cl. Smith Opt. B. 2. C. XI.

§. 1308. Circa Lunam quoque apparent *Paraſelenæ* cum ſimilibus caudis & circulis coloratis, quos in Parheliis dari memoravi. Horum omnium cauſa procul dubio ſimilis eſt illi Parheliorum, eruntque phænomena eodem modo explicanda.

§. 1309. Sol aliquando e nubibus emittere videtur *Virgas* uſque ad terram exporrectas, coniformes, prope terram latiſſimas; plerumque conſpiciuntur poſt meridiem, calore prægreſſo. Dantur cum nubes ſpectatori Solem eripit, per anguſta autem Nubium aliarum foramina radii tenues diſtanteſque ad terram diriguntur, qui adſcendentibus occurrentes vaporibus, & lateraliter conſpecti, Viſum fortius afficiunt: veluti cum Sol in aliquem clauſum locum infuſus eſt, videmus corpuſcula minima in adverſum ferri, alia ſurſum, alia deorſum, varie concurſantia; a latere autem radii inſpecti, qui a corpuſculis reflectuntur, ſub forma ejuſmodi virgarum apparent.

CAP.

CAP. XL.

De Meteoris Igneis.

§. 1310. Abſolutis præcipuis Meteoris Aqueis ad Ignea accedamus. Cavendum autem hic ſollicite, ne fulgentia & non ignita cum ardentibus confundamus; dantur enim ſplendentia, veluti ſunt Parhelia, & Halo, quæ fortius Viſum feriunt Ignitis: imo Nubes interdum Lunæ lucem fortius repercutiunt, magiſque ardere ita videntur, quam nonnullæ Auroræ Boreales. Cavendum quoque, ne cum Meteoris his confundamus Crepuſcula matutina & veſpertina, tractus luminoſos Viæ Lacteæ, aut lumen Zodiaci a Caſſino obſervatum, & a Mairano egregie deſcriptum.

§. 1311. Ignea Meteora vel languidum lumen emittunt, ita ut potius ſplendentia ſint: vel lumen clarum vibrant, & ardent. Ad priora Auroræ Boreales cum ſuis ſpeciebus pertinent: ad poſteriora, Fulmina, Fulgura & alia ſimilia. Subluſtria prius examinemus.

§. 1312. Antiquitas Luminaribus varia nomina, figuræ eorum convenientia, indidit, curatius ad hæc quam ad eorum cauſam attendens. Omnium quamvis ſimilis materia eſſe potuerit, forſitan tamen inſigni diſtincta fuit diſcrimine, propter ubertatem variarum Terreſtrium Exhalationum, quæ incenſæ fulgere poſſunt. *Trabs* vocabatur, cum lumen oblongum horizonti parallelum apparebat. *Sagitta* habet formam Trabis, ſed in cuſpidem deſinit. *Facis* quolibet ſitu poſitum lumen in latius extremum deſinit. *Capra ſaltans* audiebat, cum lumen vi venti varias induit formas, nunc interrumpitur, nunc integrum apparet. *Botynoe*, cum velut a corona cingente introrſus ingens cæli receſſus eſt, ſimilis effoſſæ in orbem ſpeluncæ. *Pithiæ*, cum lumen ſimile vaſto rotundoque dolio fertur, vel diſſlagrare videtur.

§. 1313. Poſtquam hoc ſæculo Auroræ Boreales ob frequentiam melius cognoſci cæperunt, incidi in ſuſpicionem, an non memorata luminaria in §. 1312. Aurorarum ſpecies forent: cum aliquoties in cælo Nubes obſervaverim; placido lumine fulgentes, diverſæque formæ, quibus antiqua nomina optime conveniebant? Erant autem hæ ad Auroras referendæ, uti 1°. Ex earum lumine colligebam. 2°. Quia ex plaga Borea adventabant, aut in ea conſpiciebantur. 3°. Quoniam aliquæ, poſtquam placide fulſerant, columnas ex ſe emittere cæperunt, veluti Auroræ ſolent. Ejuſmodi Nubes non adeo facile a reliquis diſtinguuntur, niſi quis fuerit Auroris Borealibus obſervandis aſſuetus, attenderitque, an non a Sole, vel a Luna illuſtrentur. Poſſunt igitur Auroræ Boreales in duas dividi ſpecies, nempe in placidas, & in coruſcantes: ad Placidas meteora, ſuperius in §. 1312. memorata, referenda erunt; ut & iſta Aurora, quæ 9. Octobris Anni 1730. conſpecta fuit a Cl. Caſſino & Mairano in Gallia, hæc abſque columnis & jactibus, horizontaliter extenta a Septemtrione verſus Meridiem, quæ in medio fracta, in duo ovata luminaria abiit (*a*).

§. 1314. *Aurora Borealis coruſcans* alteram luminarium conſtituit ſpeciem. Hæc eſt, quæ vulgo *Aurora Borealis*, *Lucula Borealis*, *Syrmata & Coruſcationes Boreales*, *Pharus*, *Noorderlicht* Belgice appellatur. Non eſt Meteorum novum, ſed ab antiquiſſimis uſque temporibus cognitum, deſcriptumque ab Ariſtotele (*b*), Plinio (*c*), Seneca (*d*), aliiſque deinceps; ejus optimum catalogum Cl. Frobeſius conſcripſit (*e*): verum infrequens in cultiori, & a Polo boreo aliquantum remotiori Europæ parte; poſt annum 1716. in Belgio creberrime fulgere cæpit. Quamvis in locis Septemtrionalibus ſit frequentiſſimum, nihilominus conſtat ex obſervationibus Cl. Burmanni & Celſi, in Suecia Auroras fulgentiores olim fuiſſe inſolitas, adeo ut hic Aſtronomus poſt annum 1716. incitatus ad eas obſervandas, ab eo tempore ultra 316. in Suecia conſpectas col-

(*a*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1730.

[*b*] Meteorologic. L. 1. C. 4. 5.

(*c*) Hiſtor. Nat. Lib. 2. cap. 26.

[*d*] Quæſt. Nat. Lib. 1. cap. 15.

[*e*] Nova & Antiqua Auroræ Bor. Spectacula.

collegerit (*a*). Frequentiſſime etiam viſæ ſunt in Britannia & Germania, rarius in Gallia, rariſſime in Italia: nam ante annum 1722., vix alicui quædam apparuit, & ab eo tempore Bononiæ bis terve tantum, adeo ut oppido rarum in Italia phænomenon habeatur, id Commentariis Bononienſibus teſtantibus (*b*), cum Aurora anni 1727. fuerit prima, quæ in Italia ſub Aſtronomi obſervatione poſt hominum memoriam ceciderit: idcirco Cl. Polenus, Boſellinus, Baldinus, Zanottus, magna accuratioue Auroram Anni 1737 obſervaverunt & deſcripſerunt (*c*).

(*a*) Obſervationes de Lumine Boreali.

[*b*] Commentar. Bonon. p. 285.

[*c*] Poleni Sopra l' Aurore Boreali.

§. 1315. Non ſemper eædem apparitiones, ſed diverſæ Auroram Borealem concomitantur. Plerumque hoc modo ſe habent. In plaga Cæli Borea, quæ aut verſus Septemtrionem eſt, aut ab eo ſe uſque ad Ortum, vel ab altera parte uſque ad Occaſum extendit, apparet Nubes, quæ aut jacet in horizonte, vel ad paucos gradus, raro ad 40, ſupra eum elevata, uſque ad illum tamen ſæpe exporrigitur. Vel eſt Nubes ab horizonte ſeparata, ita ut inter eam atque horizontem cælum cæruleum conſpiciatur: quoad longitudinem, partem horizontis variam occupat, a 5 & 9 gradibus uſque ad 100 & ultra. Nubes hæc eſt alba, parum lucida, ſæpius ſpiſſa & atra: ejus ſuperior limbus horizonti parallelus eſt: interdum tamen in formam arcus gibboſus eſt, adeo ut ſit inſtar orbicularis diſci, ſupra horizontem aliquantum adſcendentis. Nonnunquam margini ſupremo atræ nubis adhæret limbus latus, concentricus, albus, ſive lucidior: imo & inferiori margini Nubis nigræ limbus lucidus adhærere obſervatus eſt, niſi fuerint ambo limbi clari duarum atrarum Nubium a ſe diſtantium, & quarum una altius ſupra horizontem adſcendit altera, veluti ex aliis obſervationibus (*d*) colligendum videtur.

[*d*] Miſcellanea Berolin t. 1. p. 132.

Pars atra Nubis aliquando in albam, lucentemque converſa fuit, poſtquam aliquamdiu arſerat Aurora, plurimaſque vibrarat coruſcantes virgas: ſed &

re-

rediiſſe ad priorem opacitatem quoque obſervata fuit. Clarius lucet Caelum ſupra limbum Nubis ſupremum, ſed hæc claritas continuo mutatur, nunc aucta, nunc minuta.

§. 1316. Ex limbo ſupremo jactus excutiuntur copioſiores parcioreſve, ſibi propinqui, aut aliquot gradibus diſtantes, admodum lucentes, ac ſi liquor fulgens cum ſummo impetu ex fonte elideretur. Jactus eſt parum lucidi fumidique ignis, tamen qua parte ex limbo exit, fulgentiſſimus & anguſtiſſimus eſt, rarior fit, minus fulgens, & latior, quo ab origine plus recedit; fulgorem ſequitur minus lucens, fumique inſtar, materia ex eodem limbi loco; quam mox ſubſequitur iterum fulgentior, ac ſi ex fontis fiſtula expelleretur Aqua, cui hinc inde interſperſus foret Aër, æquabilem Aquæ jactum turbans; perniciſſima rapiditate luminoſa hæc materia exploditur. Aliquando ex latiori apertura aſſurgit Columna lucida, lente, æquabili motu, in progreſſu latior, ſibi cohærens, nec limbum Nubis deſerens, quæ 10, 20 M'' & ultra perſtat, cum viderim aliquas perduraſſe 4 vel 5 Minutis; ſed hoc inſolentius, veluti & illæ, quæ baſi latiori adhærent Nubi, & apice attenuato ſurſum adſcendunt. Sunt quoque columnæ, quæ ſimulac ex limbo exiverunt, non videntur, ſed poſtquam aliquouſque progreſſæ ſunt; hæ cum limbo non cohærent, ſed ex Aëre ſereno prognatæ apparent. Stant Columnæ perpendiculares ad horizontem, aliæ obliquæ, aliæ formam arcus induunt, aliæ quaſi ex centro orbicularis Nubis vibrantur. Sunt variæ longitudinis, cum aliquando tantum ad 4 vel 5 gradus e limbo Nubis aſſurgunt. Si cum rapiditate exierint, interdum uſque ad Zenith Obſervatoris pergunt; Si rapidiſſime explondantur, ultra Zenith tranſeunt, imo uſque ad horizontem meridionalem. Non ſemper ex Nube directe ad Zenith aſcendunt, ſed quoque ad latera feruntur, præcipue ſi in plaga, inter Septemtrionem & Ortum vel Occaſum media, nubes lucifera ſuſpenſa ſit. Obſervatus fuit a Cl: Kir-

chio

ſthio locus, ad quem columnæ concurrebant, qui 29 gradibus a Zenith ad Auſtrum declinabat. Columnæ lucidæ lucem albam, rubeſcentem, ſanguineamve continent; promotarum color in decurſu interdum mutatur, ut Iridem referat. Cum quædam ex diverſis limbi plagis emiſſæ ſibi in Zenith occurrunt, ſecum permiſcentur, partibus ſe penetrantibus, dividentibus, qualibet directione circa ſe convolutis, tum Nubeculam ſpiſſiorem formant, quæ mox, ab omni parte incenſa, vehementius quam ante ardet; lumenque ſpargit viride, cæruleum, purpureum. Hæc illico locum reliquens ſub forma claræ Nubis ad plagam Caeli auſtralem ſe recipit. Obſervata quoque fuit a Cl. Halleyo (*a*) & Mairano (*b*) aliquamdiu permanſiſſe, & formam ſphæricæ fornicis, in medio perforatæ, induiſſe. Columnæ novæ aliquando præcedentes & evanidas cito ſubſequuntur, nonnunquam aliquot minutis fomes quaſi languet, antequam novas progignit. Columnæ lucidæ adeo raræ ſunt, ut per eas Stellæ primæ & ſecundæ magnitudinis tranſpareant: hæ quoque ſæpe videri poſſunt trans Nubis limbum album, imo viſæ fuerunt trans Nubem nigram, quamquam hoc rarius. Columnæ ſæpe inſenſibiliter quaſi in Cælo deſinunt vel diſſipantur, adeo ut id a parte meridionali ſerenum maneat: quandoque tamen in iis locis, ubi deſiiſſe columnæ videbantur, aliæ inopinato eruperunt. Interdum in Nubeculas lucentes abeunt, quæ a plaga quadam Septemtrionali ad Meridionalem provolvuntur, ideo poſtquam aliquamdiu duravit Meteorum, Cæli magna pars Nubibus raris completur.

[*a*] Philoſ. Tranſ. N. 347.
(*b*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1726.

§. 1317. Interdum ex Nube, lucis fomite, rapidiſſime lucens materia, rariſſima exploditur, ita ut nec Stellas ſextæ magnitudinis intercipiat, hæc materia intervallis æqualibus nunc lucens, nunc exſtincta; ſe habet, ac ſi in Undarum forma proveheretur, in deſcenſu lucentium, in adſcenſu opacarum. An non hæc Veteribus *Capra ſaltans*? vidi hanc in latiſſima quaſi plaga, recta directione, & ul-

ultra Zenith procul delatam. Vidi quoque a limbo lucentis Nubis abruptas fuiſſe Nubeculas lucidas, a Septemtrione ad Auſtrum delatas, nec lumen vibrantes.

§. 1318. Non ſemper coruſcantes columnæ ex Nube expelli videntur; quippe contingit, ut horizon, qua late patet, tantum ardens luce clariſſima appareat, atque ex hac luce ſubinde breves fulgentiores columnæ exeant. Forſitan tum Nubes, lucis fomes, infra horizontem aliquantum ſuſpenditur, aut eſt adeo exigua & rara, ut diſcerni oculis nequeat.

§. 1319. Hoc Meteoron aliquando per integram noctem perſtat, imo duabus, tribus, pluribuſve noctibus ſequentibus crebro apparet: ſunt & Auroræ paucorum tantum minutorum.

§. 1320. Aliquando obſervatur nonnunquam in loco, cum in vicino, paucis milliaribus diſtante, non appareat: aliquando tanta adeſt copia, ut eodem tempore fere in univerſa Europa conſpiciatur, veluti fuit Aurora Borealis Anni 1716. Martii 17., tum 1726. Octobris 19, tum 1729. Novembris 16, quam Eruditiſſimus Weidlerus elegantiſſime deſcripſit (a). Attamen in variis regionibus tum ſe ſpectandam dat cum admodum diſcrepantibus phænomenis.

(a) Commentario de Aurora Boreali.

§. 1321. Nubes, quæ eſt Auroræ Borealis fomes, ſæpiſſime multis horis immutata perſtat, nec altius adſcendit ſupra horizontem, nec deſcendit: nonnunquam tamen a Septemtrione ad Ortum, vel ad Occaſum aliquantum movetur: imo ſucceſſu temporis interdum utrimque ſe extendit, tum plures ab omni parte emittit columnas. Obſervata quoque fuit adſcendiſſe ſupra horizontem, & in Nubem albam lucentemque converſa. Verum in Lapponia & Moſcovia hæc Aurora cum aliis conſpicitur phænomenis, & æque caeli plagam Meridionalem, quam Septemtrionalem occupat, veluti eleganter Diligentiſſimus Maupertuiſius (b), tum Cl. Delisle obſervarunt (c).

(b) Figure de la Terre.

[c] Memoires pour ſervir.

§. 1322. Aurora hæc obſervatur, vel Caelo exſiſtente

ſtente ab omni parte, (Septemtrione excepto) ſereno & cæruleo, vel hinc inde cum Nubibus. Nunquam vidi Auroram, Caelo penitus Nubibus obducto, ſed quidem brevi, poſtquam fulſerat, Nubes totum Caelum texiſſe. Apparet quoque vento fere ſilente, aut modo primi impetus; minus frequens eſt ſtante vento ſecundi impetus, rariſſime datur, vento furente; vidi tamen Anno 1728. Martii 30. & Anno 1733. Decembris 23., cum ventus erat quarti gradus, quem rapidiſſimum ſupputo. Obſervavi Auroras fulſiſſe ſpirantibus ventis ex omni plaga. Omnibus anni temporibus quoque Ultrajecti conſpectæ fuerunt.

§. 1323. Auroras has quoque indiſcriminatim præcedunt omnis generis venti placidi, vehementiores: tempeſtates frigidæ, calidæ, humidæ & ſiccæ; adeo ut ex his nullum præſagium de adventu Auroræ capi poſſit. Tempeſtates, quæ ſequuntur, ſunt etiam ſerenæ & pluvioſæ, venti qualeſcunque, lenes & fortes, frigus & calor: quamobrem mutationem certam Atmoſphæræ non inducunt, nec morbos; nec cauſa aſperioris Hyemis exſiſtunt, cum poſt eas mitiores brumæ quoque fuerint; nec inſtantia mala minantur, uti recte Cl. Boſellinus evicit.

§. 1324. Aurora Borealis in Atmoſphæra Telluris exſiſtit, 1°. Quia ſub forma nubis apparet, ſimilis reliquis Nubibus Atmoſphæræ. 2°. Quia Nubes coruſcans plurium horarum, imo dierum ſpatio, ad eandem altitudinem ſupra horizontem ſæpe perſtat, adeoque ſimul cum reliqua Atmoſphæra & Terra, circa hujus axim volvebatur. 3°. Quia nonnumquam Aurora in duobus locis, non multum diſſitis, non videtur ſimul.

§. 1325. Quantæ ſit altitudinis, ſupra Terræ ſuperficiem, determinare hucuſque nemo potuit; eximii licet Mathematici regulas in hunc finem tradere cæperint (*a*); certum enim non eſt, idem eſſe Lumen, & unius loci, quod per univerſam Europam fulſit, & Annis 1716, 1726, 1729, obſervatum fuit, ita

(*a*) Comment. Petropol. T. 1. p. 565. L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1731.

ita ut ex altitudine Nubis coruſcantis in variis regionibus obſervatæ, parallaxis tuto determinetur, & ex hac altitudo.

§. 1326. Materia Auroræ eſt ejus indolis, ut incendi poſſit, incenſaque fulgeat languida luce, & rara maneat; nam Stellæ trans ipſam conſpiciuntur. Ecquis hanc abſque ſumma temeritate determinabit? cum Chemia innumeras fere materias inflammabiles, Phoſphoreaſve ſuppeditet (*a*), a Natura in Terræ gremio multo plures diverſiſſimaſque concludat, quæ nondum Artis objectum evaſerunt. Videtur materia hæc ex Terræ plaga Septemtrionali expirare, nunc copioſius quam ante annum 1716, quia fomes ejus a Terræ motu apertus erit; unde eo conſumto, forſitan ſæculis multis hæ Auroræ ſilebunt. Elevatur perſpiratum hoc in altum, componens Nubem unam, pluresque, quæ ſupra varias regiones feruntur, nec accenduntur, priuſquam alteri occurrerint materiæ, quacum effervefcentia calida & ignivoma effervefcunt, quales plurimas noſtris temporibus ars detexit. Si igitur ope Venti Aquilonaris Nubes, ex materia Auroræ conſtans, e Septemtrione, natali quaſi ſolo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per Aërem diſperſis, quibuſcum effervefcere poſſit, ea ſui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc eſt in parte Auſtrali; quamobrem a ſpectatore auſtralius poſito videri poterit ardere, hujuſque reſpectu lumen in plaga Septemtrionali, & phænomenon Boreum erit. Quoniam exhalationes non prius accenduntur, quam cum aliquantum permixtæ ſecum fuerunt, & Nubes a parte Borea, longo extenta tractu, plus reſiſtit, quam a parte Auſtrali, in cujus ſuperficie, vel ſaltem anteriori parte, permixtio contingit; exploſio effervefcentis & incenſæ materiæ fiet ab hac parte: adeoque a Septemtrione ad Auſtrum, variiſque directionibus, nunc ſurſum perpendiculariter, nunc parallele ad horizontem, nunc infra ſoli parallelifmum; hinc ab erumpente materia portas ſibi parante, columnæ

ſive

(*a*) L'Hiſt. de l'Acad. Roy. An. 1711. 1714. 1715. 1728. 1736. Hooke Phil. Exp. p. 174.

ſive virgæ lucidæ, earumque ſitus varius reſpectu horizontis, ac directiones utcunque ad Zenith ſpectatoris. Prout quoque alterius generis exhalationes cum efferveicentibus ſimul permiſcentur, color virgarum differet; nunc albam hæ referent lucem, nunc roſei coloris, nunc rubri, nunc flaveſcentis. Et an non Nubes Aurorifera horizontis reſpectu, aliquandiu immobilis ſtare poterit, ſi æquali vi a Borea prematur ad Auſtralem quamcunque plagam, quam exhalationes Aëreæ ope Auſtralis alicujus venti ad ipſam pelluntur? Videntur plurima phænomena hoc modo facillime poſſe explicari ex fontibus, quia a veritate forte non procul aberunt. Plurima alia Auroram ſpectantia, egregie in elaboratiſſimo opere inclytus Mathematicus Mairanus (1) expoſuit. Qui autem ad Sulphur tantum & Nitrum, tanquam cauſas Aurorarum hic confugiunt, vix ad diverſiſſimas inflammabiles materias, quæ in Atmoſphæra hærent, videntur attendiſſe. 2°. Quæ accenſæ alia phænomena ſuſcitant, quam Sulphur; hujus enim flamma a lumine Auroræ prorſus diverſa eſt. 3°. Quare tum quoque non æque frequentes Auroræ Meridionales quam Septentrionales contingunt, cum Italia & Meridionalia loca, ut & ardentes montes plurimum Sulphuris exſpirent. Meridionales autem Auroras rariſſime hucuſque in Belgio, Germania & Gallia conſpeximus, quæ tamen minus inſolentes in Lapponia & Moſcovia ſunt: apparuerunt tamen Annis 1704. (a) 1734. (b) 1741. Præſtabit ſedulo attendiſſe ad Auroras, forte enim materia, aliquo tempore ex Caelo decidua, examini ſubjicietur; vel ars ſimilem præparabit, ex qua cognoſcetur, aut ipſe locus natalis in Terræ ſuperficie eruetur: non abludentem materiam Vetterus lacus in Suecia eructat (c).

(a) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1705.

(b) Weidlerus de Meteoro lucido ſingulari.

(c) Philoſ. Tranſ. N. 298.

§. 1327.

(1) De Aurora Boreali, ſingulisque ejus phænomenis ingeniose admodum, & erudite inter ceteros commentatus eſt Mairanus, cum in Monum. Regiæ Scientiarum Academiæ Pariſ. A. 1731, tum edito duobus poſt annis opuſculo *Trai-*
té

§. 1327. Sæpe exiguus globus, ignitus, clara luce fulgens, per Atmoſphæram Cælo ſereno ire & abduci, imo & in Terram decidere videtur, qui

quum

tè Phyſique, & Hiſtorique de l'Aurore Boreale. Præſtat hic in tironum noſtrorum gratiam, quæ de hujus phænomeni cauſa, eſt Viri Clariſſimi opinio, paucis declarare. Id ut clare fiat, nonnulla in anteceſſum de Zodiacali luce ſunt delibanda. Eſt vero Zodiacalis lux quædam in cœlo claritas, quæ albore ſuo & pelluciditate galaxiam æquat, imo & identidem ſuperat, minutiſſimas ſtellas dilucide per ejus complexum exhibens: lanceæ vel pyramidis figuram habet, cujus apex & axis in Zodiaco perpetuo verſantur, ut inde Zodiacalis lucis nomen ſortita fuerit, baſim vero habet verſus horizontem. Frequentius Vere, Autumno, & Hyemis initio ante Solis ortum vel poſt ejus occaſum conſpicitur, raro aliis anni tempeſtatibus. Ejus claror vel Crepuſculi, vel Lunæ luce facile intercipitur, tumque omnino oculis ſubripitur. Novum hoc luminis phænomenon Veteribus ignotum, Dominico Caſſino celeberrimo Aſtronomo acceptum referri debet, cum is omnium primus illud Pariſiis obſervaverit die 18 Martii A. 1683, cujus obſervationes videſis in Actis Eruditorum Lipſiæ ejuſdem anni. Idem deinceps phænomenon An: 1684, 85, 86. Genevæ obſervatum eſt Fatio de Duillier, tum Kirchio & Kimmartio in Germania An. 1688, 89, 91, 93, 94, aliiſque porro; itaut modo de phænomeni exiſtentia nullum eſt Viris doctis dubium. Convenit etiam inter omnes Zodiacale lumen ipſam eſſe Solis Atmoſphæram, ſeu, quæ Solem procul omni dubio perpetuo ambit tenuiſſima, fluida, & rara materia, vel ex ſe ipſa lucida; vel Solis radii illuſtrata. Hæc quidem indeſinenter Solem comitatur, at non ſemper ejus claror conſpicuus nobis eſt, cum ejuſmodi eſſe poſſint circumſtantiæ, quibus oculis ſubripiatur: Zodiacalis luminis longitudo & latitudo identidem mutantur; tumque maxime conſpicuum eſt, vel in media Crepuſculi luce, cum eæ dimenſiones plurimum creverint.

Ex indubiis vero obſervationibus tantam eſſe poſſe hujus luminis longitudinem arbitratur Mairanus, ut ad Telluris orbitam quandoque pertingat. In tanta vero ejus a Sole diſtantia cum diminuta valde ſit ejuſdem vis centripeta verſus Solem, plurimum præterea aucta ſit ejus ad Tellurem gravitas, Telluris Atmoſphæram ingrediatur id lumen neceſſe eſt, ad Telluris uſque ſuperficiem acceſſurum, niſi aeris noſtri majori gravitate ſpecifica cohiberetur. In ea ergo Atmoſphæræ altitudine ſiſtetur id lumen, ubi aer eandem cum ipſa habet ſpecificam gravitatem, vel ejuſmodi partium cohæſionem habet, quæ ejus luminis utut gravioris vi & preſſu vinci haud poſſit. Sed veriſi-

quum magnitudine apparenti Stellam referat, *Stella cadens*, *tranſcurrens*, *tranſvolans*, *tranſverſa* appellatur: plerumque vere & autumno obſervatur,

 & tan-

roſimile valde eſt materiam hujus luminis, quemadmodum & Atmoſphærici noſtri aeris, multiplicem figuram, magnitudinem, texturam, ac denſitatem in ſuis partibus obtinere; quamobrem ejus non eadem erit altitudo in noſtra Atmoſphæra; in hac ergo ſi varia ſtrata, vel concentricas ſuperficies imagineris, in harum ſingulis diffuſam eſſe oportet luminis Zodiacalis materiam: ex hac vero ita diffuſa materia Auroras Boreales ſuam trahere originem arbitratur Mairanus. Ejus ſcilicet luminis craſſiores, denſioreſque partes cæteris altius in Atmoſphæram deſcendunt; cumque ob denſitatem minus ſint inflammabiles, obſcuram eam nubem efformare aptæ ſunt, quæ eſt Auroræ Borealis veluti baſis: ex quibus etiam eas denſas nebulas, tranſparentes, evanidas, huc illucque ſparſas, variis figuris, & vario ſitu donatas, quæ conſpici in Aurora Borealis ſolent, mutuatur Mairauus. Leviores vero, rarioreſque ejus luminis partes, quæ ſuperiora Atmoſphæræ ſtrata, occupant, quæque vel ex ſe inflammatæ ſunt, vel aeris particularum mixtione, fermentationeque luminoſæ evadunt, Auroræ Borealis omne lumen efformant. Ex quibus demum principiis reliqua Auroræ Borealis phænomena acute quidem & eleganter derivantur Viro Clariſſimo.

Qua vero ratione fiat, ut Aurora Borealis Septentrionalem plagam plerumque occupet, non melius explicari poſſe putat Mairanus, quam ut in ejus ſyſtemate. Et quidem ſi hujus phænomeni materia abs terreſtribus exhalatis ſuam traheret originem, ut communis fert opinio, nulla eſſe poteſt cauſa, qua eorum tanta copia in Boreali modo plaga reperiatur, non vero per totam Atmoſphæram diffuſa. Et in hypotheſi quod tellus una cum ſua Atmoſphæra diurna revolutione circa ſuum axem feratur, quemadmodum ex majori partium ſub Æquatore revolventium vi centrifuga, elevatiorem ibi factam eſſe telluris ſuperficiem arbitrantur Newtonus, & Hugenius, quid ni etiam & ob eandem vim centrifugam exhalatorum terreſtrium major cumulus eſſe debeat in Zona torrida, quam in Septentrionali plaga? quamobrem nil eſt cur non ſub Æquatore potius, quam alibi Auroræ appareant. At ſi hujus phænomeni materia aliunde ad Atmoſphram telluris accedat, ut arbitratur Mairanus, nullo negotio intelligitur, cur ejus major eſſe debeat copia verſus Polos: hæc quippe materia indiſcriminatim omnibus Atmoſphæræ terreſtris partibus occurrit, & per eas ſingulas in Atmoſphæram penetrare apta quidem ex ſe eſſet; verum cum ſub Æquatote aer majorem in revolutione diurna circulum deſcribat, majorique adeo

Digitized by Google

& tantum noctu, quia eam abſcondit diurni luminis claritas: credere enim par eſt, non pauciores interdiu præcipites labi, quam noctu (*a*). Cum locus Terræ, in quem cecidit, invenitur, ſuperſtes ejus materia eſt tenax, glutinoſa, ex albo flaveſcens, nigris & exiguis maculis diſtincta, ex qua omne inflammabile conſumtum eſt, notante Fluddo & Bruſſæo (*b*). Percurrit hic ignis eos Atmoſphæræ tractus, in quibus inflammabilis materia natat, pendetve. Ars ejuſmodi Stellas imitatur, ſi Camphora cum Nitro, limoque terreſtri, vino vel ejus ſpiritu irrigua, in formam globi compingatur: hic globus incenſus projectuſque per Aëra, Stellam cadentem, cum ſimili reſidua tenaci fæce perfecte refert. Sunt hujuſmodi producta, & ſimilia alia inflammabilia in Atmoſphæra.

[*a*] Gaſſendus in Phyſic. §. 3. L. 3. C. 7.

(*b*) Gaſſendus l. c.

§. 1328. *Caſtor & Pollux* vocantur exiguæ flammulæ, ſæviente tempeſtate ad apluſtria, ad funes, parteſve quaſcunque navis exſtantes obſervatæ, ſæpe una, binæ, pluresque ſimul conſpiciuntur. Tradunt Nautæ, tenellos lucenteſque eſſe piſciculos, qui cum fluctibus in ſpumam colliſis, atque in altum excuſſis, ad quaslibet navium exſtantes partes jaciuntur, iiſque adhærent, & lucent, quamdiu vivunt.

adeo centrifuga vi præ cæteris polleat, magis renitatur neceſſe eſt adverſus Zodiacalis luminis materiam, quam idcirco verſus laterales partes propellet, ubi hæc vis centrifuga ſucceſſive minor evadit, ut in polis nulla omnino ſit. Hinc ergo liquet majori copia verſus polos hanc circumfluentem materiam, in polaribus regionibus frequentius Auroras gignere; cum vero, quæ Boreales tantum regiones ſpectant, conſpicuæ nobis ſint, Boreales idcirco Auroræ vulgo dictæ ſunt. Aer præterea Atmoſphæricus in regionibus polaribus denſior graviorque eſt, ob minorem ejus vim centrifugam, tum minorem ibi Solis aerem rarefacientis actionem; quapropter aptior ibi eſt colligendis, conſervandiſque luminis Zodiacalis partibus.

Ex motu vero telluris in Eclyptica fieri potat Mairanus, ut uno anni tempore Borealis telluris plaga, altero, Auſtralis prius Solari Atmoſphæræ occurrat, quam reliquæ telluris ſuperficiei partes: indeque fieri ut modo verſus Boream, modo verſus Auſtrum frequentiores occurrant Auroræ, uti fuſius declarat Vir Cl. *Laudati Tract. Sect. 3. c. 2.*

vunt. Fabula eſt, unam malum eſſe omen, binas flammulas bonum portendere, & brevi ceſſaturam procellam (*a*).

§. 1329. *Ambulones* ſunt ignes fatui exigui, figuræ rotundæ, magnitudine flammam candelæ referentes, interdum tamen latiores, & quidem uti virgultorum incenſæ faſces, clariorem aliquando lucem cereis ſpargentes, aliquando obſcuriorem, purpuream: ominus inſpecti ignes minus fulgent, quam eminus; errant hinc inde in Aëre, non procul a Terræ ſuperficie; frequentes ſunt in locis pinguibus, ulginoſis, paludoſis, arundinetis, cœmeteriis, prope patibula, fimeta: plerumque æſtate & ſub initium autumni apparent; ſed in agro Bononienſi per univerſum annum nocte opaca viſuntur: ibi enim hyeme frigida, & cum ſolum nive tectum eſt, copioſiores ſunt, quam æſtate calidiſſima: hyeme quoque obſervantur, quos in Provinciæ oppido Rogono videri tradit Gaſſendus (*b*). Apparent frequentiores in regionibus calidis quam frigidis; in Italia prope Bononiam copioſi, maximique (*c*); nonnunquam ſubito evaneſcunt, mox in alio loco reſplendent, plerumque ad altitudinem ſex pedum a ſolo natantes, nunc ſe explicant, mox ſe contrahunt, nunc inſtar undarum delati ſcintillis pluunt igneis, nihil incedunt; ſequuntur fugientes, præcedunt inſequentes; capti aliqui obſervati fuerunt conſtare ex materia lucente, viſcoſa, & lubrica, inſtar ſpermatis ranarum, nec calida, nec urente, ſed tantum lucente, adeo ut videatur eſſe materia phoſphorea ex putrefactis plantis, cadaveribuſque ardore Solis præparata, elevata; veſpertino frigore condenſata lucenſque; non tamen opinor omnium materiam eſſe eandem, haud dubie enim Bononienſes a Belgicis differunt. Fabuloſum eſt, hujuſmodi ignes eſſe cacodæmones, animas errantes, aut ipſos malignitate Itineratores in devia abducere, aut in foſſas paludeſque præcipitare, veluti aliqui nugati ſunt Philoſophi.

Huc referendum eſt alterum genus Ambulonum,

(*a*) Plinius H. N. L. 2. 37. Cardanus de ſubtilit. L. 2. p. 96

(*b*) Phyſicæ L. 2. Sect. 3. Cap. 7.

(*c*) Philoſ. Tranſ. N. 411.

 quod

quod *Ambulones incendiarios* voco, quia non tantum lucent, ut priores, ſed palearia, tecta ſtraminea, & ædes incendunt, quales olim in Germania (a), hoc ſeculo in Holſatia (b), & in Italia (c) exſtiterunt. Hi aliquando rotundæ figuræ, & diſci lunaris, nunc funalis, nunc minimæ faculæ magnitudinem habuerunt: alii inſiſtunt, alii quacunque directione feruntur, nunc lentius, nunc celerius, non tamen homine currente rapidiores: a Cl. Ripa obſervati in Agro Tarviſino, & pulchre deſcripti.

§. 1329. *Ignis lambens* vocatur, qui aliquando puerorum (d), adultorumque capillis (e), & Equorum jubis adhærere conſpicitur: ſunt hi ignes tantum verus Phoſphorus, qualem Ars ex partibus animalium præparat; qui ex corpore una cum ſudore expirans, capillis, fronti, aliiſque corporis partibus adhæret, & frictis capillis, veluti pectinando fieri ſolet, accenditur; ideo etiam operariorum fœtida induſia fricata lucent. Haſtarum ferro pinguedine uncto adhærere quoque dicitur (f), aut pilis (g); foret autem hinc a priori diverſus, Igniculus errans modo eſt, qui ab oleoſa materia, qua haſta uncta fuit, allectus, potius ad haſtam acceſſerit, quam ut eam in libero Aëre pretercurrerit.

§. 1331. Nonnunquam in Aëre noctu ingentes tractus luminoſi apparent, ſubito ex uno in alterum locum delati, quos ignarus Meteorum eſſe judicaret: qui tantum a muſcis, catervatim noctu volitantibus, Phoſphori lucem ex omni parte corporis exſpirantibus, oriuntur; veluti in Italia obſervavit Scheuchſerus, quodque ab Willugbejo & Rajo confirmatur.

§. 1332s Ad Meteora fulgentiora pertinet Bolis, Fulgur, Fulmen.

Bolidem appellamus globum ardentem magnum, rapidiſſime per Aërem delatum, plerumque aliquam caudam poſt ſe trahentem. Ariſtoteles *Capram* vocat. Sunt ejuſmodi globi ſæpe ingentes, Lunari enim magnitudine apparuiſſe tradunt veteres (h), Gaſſendus ipſe aliquam diametri duplo majoris Lu-

nari

(a) Tacitus Lib. XIII. Annalium.

[b] Kaſchubii Elem. Phyſicæ.

[c] Ripa Diſſert. Meteorol.

[d] Livius L.1.C.30. Virgilius Aene. L.2.

[e] Cardanus L.8.C.43. Variet. Acta Phyſ. Med. vol. 3. Obſ. 3.

[f] Seneca Q. n. L.1.C.1.

[g] Plinius L. 2. C. 37.

[h] Seneca Qu.N. L.1.C.1.

nari conſpexit (*a*), qui *Facem* hoc Meteoron appellat. Kirchius ejuſmodi bolidem Lipſiæ Anno 1686 vidit, cujus diameter ſemidiametrum Lunæ circiter æquabat; tantaque luce noctu Terram illuſtrabat, ut ejus ope ſine candelis legere potuiſſet, pedetentim evanuit: viſa quoque fuit in oppido Schlaizia, undecim milliaribus Germanicis a Lipſia; unde, hanc Bolidem ad minimum altitudinem ſex milliarium noſtrorum habuiſſe, colligi poteſt: ſi milliaris longitudo 12000 pedum ponatur; diameter hujus ardentis Bolidis pedum 335 fuit, ſecundum aliorum calculum duplo major fuiſſet. Sed multo major fuit Bolis, quam Cl. Balbus Anno 1719. Bononiæ obſervavit (*b*), cujus diameter Lunæ plenæ par viſa fuit, colore quaſi ardentis Camphoræ; tantam quoque ſpargebat lucem, quanta Solis orientis eſſe ſolet, ſic ut minima quæque, per terram paſſim diſperſa, probe cerni potuerint: apparebant in ea quatuor voragines fumum exſpirantes, flammulæque ardentes plurimæ, quæ & globo inſidebant, & foras emittebantur, cum cauda ſepties diametrum globi ſuperante. Inſtituta comparatione altitudinis, quam bolis in variis locis habere viſa fuit, conſtitit, eam nec minus 16000, nec plus 20000 paſſibus fuiſſe ſupra ſolum elevatam, & proinde ejus diametrum 356 decempedas æquaſſe. Super quæ loca tranſiit, odorem gravem Sulphuris ſparſit, nec ſine fragore diſſiliit.

§. 1333. Contingit nonnunquam, ut cum ejuſmodi Bolides deſinunt, nebecula coloris cinerei in Aëre remaneat (*c*): aliæ promoventur, aliæ ſtant, vel ſtare videntur aliquamdiu in eodem loco Atmoſphæræ, veluti illæ fuerunt, quas Kirchius (*d*) & Wolfius (*e*) obſervaverunt: omnes tamen ita fulſerunt, ut lumen Lunæ ſua claritate multum ſuperaverint.

§. 1334. Quoniam odorem Sulphuris in iis locis, ſuper quæ tranſivit, ſpargit, vix dubitamus, quin Bolis fuerit Nubes e ſulphureis potiſſimum, tum ex aliis inflammabilibus exhalationibus conflata: quæ

(*a*) Phyſicæ S. 3. L. 2. C. 7.

(*b*) Com. Bon. p. 285.

(*c*) Whiſton of a Surpriʒing Meteor. An. 1717.

(*d*) Ephemer. German. Cur. A. 1688.

(*e*) Acta Lipſiens. Anno 1707. p. 526.

quæ propter effervеſcentiam, quam occurſu aliarum exhalationem conceperit, incenſa fuit; ardens jam fluida materia in fluido Aëre globolam figuram induit. Bolides nonnullæ quieviſſe obſervatæ fuerunt, cum nempe inflammabiles exhalationes in loco tranquillo, quo ſuſpendebantur, non fuerunt propulſæ: vel cum procul a Spectatore natæ & ad ipſum pulſæ, utrum moveantur, an inſiſtant, judicari nequit. Sed & Bolides aliæ prærapida celeritate ferri obſervatæ ſunt: quod duplici cauſa fieri potuit. 1°. Quia inflammabilis materia in toto iſto Aëris tractu ſuſpendebatur, quem Bolis percurrit, cum materia ſucceſſive incenſa fuit, veluti in ſerie longa pyrii pulveris flamma ab uno ad alterum extremum decurrit: idcirco reſidui ab incendio cineneres, pallidam cineream que caudam, toto, quo Bolis decurrit, tractu, referent. 2o. Vel quia Nubes ſulphurea incenſa, & quaquaverſum expanſa, projecta fuit a reſiſtentia aliarum exhalationum in Aëre hærentium, quibuſcum effervеſcendo flammam conceperit. Prior tamen cauſa mihi probabilior videtur, cum Bolides longiſſimo itinere ſupra varias regiones cucurrerint: lucis claritas ſolidiorem materiam eſſe incenſam, quæ copioſiſſimum ignem colligere potuit, arguit, qualis eſt ea Sulphuris, Oleorum e Vegetabilibus, cum permiſtis aliis Terreſtribus, forte & ſalinis: color enim flammæ albus, non merum ſulphur ardere, evidentiſſime probat. (1)

§.1335.

(1) Cl: Hallejus (*Phyloſ. Tranſ. num.* 341.) ex ingenti Bolidum ſupra telluris ſuperficiem altitudine difficulter ſe adduci ait, ut eorum materiam ex terreſtribus exhalatis, aliorum Meteorum inſtar, ſuam putet trahere originem: arbitratur potius tellurem cum in ſua orbita circa Solem volvitur, in aliquem extraneæ materiæ cumulum incidere, qui vel a Solis Atmoſphæra, vel a Cometarum caudis, vel a Luna &c. effluxerit, eumque ad mediam uſque noſtræ Atmoſphæræ regionem attractum, ſub deſcriptorum ignium forma nobis ſe exhibere.

§. 1335. Ingens id Lumen, quod Cl. Montanatius Anno 1676. obſervavit Bolidis ſpeciem fuiſſe vero ſimile eſt, id enim huic Mathematico, Bononiæ degenti, apparebat ſuper mare Adriaticum tanquam ex Dalmatia veniſſe, tranſibat ſupra univerſam Italiam, in quibus autem verticale fuerat locis, audiebatur crepitans fragor; Liguroi inſuper ſonus tanquam exploſarum balliſtarum; & poſtquam tranſierat, Corſicum verſus mare delatum, ſtrepitus veluti a protractis ſuper lapidea ſtrata curribus ſequebatur: hoc lumen velociſſime promovebatur, 160. milliaribus Italicis intra horæ minutum.

§. 1336. *Fulgur* vocatur Flamma magna, admodum lucida, quaquaverſum late explicita, repente in ſublimi emicans, deſinenſque, ita ut momentanea tantum ſit.

§. 1337. Fulgurat æque cœlo ſereno, ac conſpicuis in eo aliquot Nubibus: rariſſimum eſt Fulgur, niſi dies calidi præceſſerint. Fulgurat abſque Tonitru, ſæpius tamen hoc ſimul adeſt: abſque eo vix ter quolibet anno Ultrajecti fulgurat: rariſſimum eſt, ſi aliquid damni rebus Terreſtribus adferat, cum in ſublimi tantum hæc incendia fiant, nec longius proſiliant.

§. 1338. Fulguris materia, quæ ignem profert, eſt Plantarum oleum, calore diurno attenuatum & ſurſum elatum, tum quicquid Sulphureum, oleoſumve ex Terreſtri ſolo exhalaverit, quod hinc inde in Atmoſphæra diſperſum, nec continuum hærens, partitis vicibus incenditur, flamma ſe explicante quantum tractus exhalationis ejuſmodi patet, cui alia occurrit in Aëre quoque pendens natanſque ſubſtantia, quacum efferveſcit, ignem concipit, atque ſimul difflagrat.

§. 1339. *Fulmen* vocatur Flamma fulgentiſſima, ſubito orta, magno impetu & prærapida celeritate lata, per Aërem ad quamlibet determinationem, ex Terra ſurſum, horizontaliter, oblique, deorſum, in linea recta, vel in pluribus rectis, ſerpentinis

quaſi ductibus , ad varios angulos junctis , ſæpiſſime cum ingenti fragore deſinens.

§. 1340. Ex obſervationibus Ultrajecti captis patet, quolibet anno ibi decies quinquies fulminare, numero quodam medio ſumto : omnium creberrime & paribus vicibus menſe Majo & Julio fulminat, ac his quidem menſibus triplo plus quam Aprili, aut Septembri ; duplo crebrius quam Junio vel Auguſto : pari enim numero fulminat Aprili & Septembri ; & toties quoque Junio quam Auguſto: raro aliis anni temporibus fulminant , ut memoratis menſibus . Fulminat quoque ex qualibet plaga flantibus vel prægreſſis ventis , creberrime ſtante Auſtro, minus ſpirante Solano ; æque crebro , quamvis adhuc minus , flantibus Euro & Favonio , omnium rariſſime flante Aquilone , Borea , & Cauro. Sed hæc omnia tantum illi Urbi , & ſolo circumjacenti , ſunt propria ; aliis in regionibus alia obſervantur .

§. 1341. Quoniam loca fulgurita incenſum redolent Sulphur , vix dubitari poteſt , quin Sulphur ſit præcipua materia inflammabilis , quæ Fulmen ingreditur : flammæ color , & fragor ſecutus Flumen , merum Sulphur non eſſe probant , ſed alias permiſtas exhalationes , quæ in libero Aere incenſæ cum fragore exploduntur . Ars ita comparatum eſſe Balſamum Sulphuris , nimio igne in vaſis clauſis agitatum , & deinde projectum , detexit : in aperto Aëre incenſa cum crepitu diſplodi , plura novimus, veluti ſunt Aurum fulminans, Auripigmentum cum Nitro & Sale Tartari , Antimonium diaphoreticum cum ſapone nigro (a) , pulvis fulminans , Ferrum in Aqua regia ſolutum , miſtrumque cum Sale Tartari ; Plumbum in Spiritu Nitri ſolutum &c. Sed multa alia novimus , quæ in loco clauſo incenſa , cum fragore diſflagrant , veluti pulvis pyrius , Arſenicum cum Spiritu Nitri digeſtum , Spiritus Nitri Geoffroyanus cum Oleo quocunque ſtillatitio permiſtus ; tum & omnia Olea & Spiritus , quæ a nimis vehemanti in vaſis clauſis igne urgentur : forſitan-

[a] L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1736.

ſitan Natura plurimis aliis Exhalationibus & inflammabilibus, cum Sulphure miſtis, utitur, ad eosdem effectus præſtandos; quamobrem omne Fulmen non erit idem, atque in variis regionibus diverſiſſimum.

§. 1342. Omnis fere Terra ſulphureos tractus ſurſum in Atmoſpharam ex ſe exſpirat, una cum plurimis aliis exhalationibus, quæ Fulmen componere poſſunt. Natant in Aëre copioſiſſimi ſales, præcipue Nitri matrix, quæ procul dubio ſulphureis aliiſque exhalationibus occurrit, & una cum iis miſcetur ad Fulmen componendum: quænam aliæ exhalationes pro Fulmine concurrant, temeritatis eſt determinare: qualeſcunque fuerint, eas omnes in ſequentibus *Materiam fulmineam* appellabo. Hujus tractus, quamvis ſub forma exhalationum in Atmoſphæra volitent, ſe habent inſtar lineæ ex pulvere pyrio formatæ, cujus flamma ab una parte incipiens, modo alimentum ſuum ſequitur, & per univerſa grana uſque ad alteram extremitatem decurrit, donec omnis combuſtus fuerit pulvis: pari modo inflammati tractus fulminei, in Aere ſuſpenſi, ab uno extremo difflagrant currente flamma ad alterum, qua illam vena ſui pabuli ducit: hinc radii fulminis, qui per Aëra vibrari, & aliquando diffindi in duos, pluresque tractus videntur, nunc redire, nunc in lineis ad angulos varios junctis projici, tantum quod flamma tractibus variu ſitu jacentibus, ſecumque cohærentibus occurrat. Idcirco fulmen nunc horizontaliter, nunc ex alto deorſum, nunc ex Terra ſurſum currere videtur, ſi enim perſpirans e Terra fulminea materia prope ſolum accendatur, ſurſum prorumpente flamma, videbitur Fulmen ex Terra ejici: ſi idem tractus a parte ſuperiori accendatur, deorſum prorumpet flamma, videbiturque Fulmen e cœlo labi.

§. 1344. Quamobrem iis in locis potiſſimum Fulmen obſervabitur, ubi ex ſolo fulminea materia exſpirat: quamvis tamen hæc exſpirata ope ventorum ad alias plagas deferri poſſit, ibique difflagrare: hinc

in

in nonnullis locis ſæpius quam in aliis fulminat, creberrime in iis, quorum ſolum ab ardente Sole torretur, & varia olea ac copioſiſſimum Sulphur exhalat; rarius in locis, quæ intus nec Olea, nec Sulphur habent, aut in aquoſis, humidis, frigidiſque regionibus: in Ægypto & Æthyopia vix fulminat, in Sicilia & Italia frequentiſſime (*a*). Cur tamen medio in Oceano fulminat? quia per Aquas ex fundo Oceani ingentes tractus Sulphurei ſurſum pelluntur, veluti cum Fontium Aquis in variis contingit locis, quorum Aquæ, candela admota, inflammantur (*b*); accenſis nempe ſulphureis exhalationibus, una cum Aqua erumpentibus. Inceditur fulminea materia in Aëre, cum exhalationibus vel vaporibus occurrit, quibuſcum ignivoma efferveſcentia vehementer efferveſcit.

[*a*] Plinius Lib. 2. C. 51.

[*b*] Commentarii Bonon. pag. 119. Lucretius Lib. 6. Philoſoph. Tranſ. N. 234.

§. 1344. Quoniam in hiſce regionibus a frigore hyberno, nive, glacie, Terræ cortex exterior conſtringitur, vix hyeme ex interiori Terra exſpirat Sulphur, aliave fulminea materia; hinc hyeme apud nos non, aut oppido raro fulminat: ſimulac autem a verno Sole Terra incipit recludi, exſpirat aliquid menſe Aprilis, quod inceditur. Verum a majori calore Solis, in Terram profundius penetrante, cortex menſe Majo magis aperitur, nunc copioſior fulminantis materiæ exſpiratio, & quicquid collectum concluſumque hyeme fuerat, ſurſum ex Terra in Aërem rapitur, ideo frequentiſſimum fulmen Majo menſe: & præcipue poſtquam calor uno alterove die intenſior præceſſerit. Minor copia ejuſdem materiæ reſtitit in ſuperiori cortice Terra pro Junio, ſed e profundioribus viſceribus interim nova adſcendit, quæ attenuatur, præparatur, ita ut a ferventiſſimo Julii ardore quaſi catervatim elevetur, & accendatur; hinc æque frequens fulmen Julio, quam Majo; decreſcente dein calore ſequentibus menſibus, parcior fit ex Terra exhalatio fulminantis materiæ, atque hinc parcius quoque fulminant, donec Octobri & reliquis hyematibus menſibus conſtricta noſtra Tellus exſpiret ferenihil. Idcirco videmus

mus, quare flantibus Aquilone, Borea, & Cauro, rariſſime tonet, cum hi venti Terram frigore conſtringunt, atque ita erumpere fulmineas exhalationes impediunt, aut ne eruptæ & in Aere natantes efferveſcant, efficiunt: contra ſtante Auſtro, calido humidoque, omnia reſolvente, aperitur Terra, & abundans fulminea materia in altum exſpirat, quæ facillime accenditur.

§. 1345. Videtur flamma, quæ ab una parte tractus fulminei incipit, dum totum tractum rapidiſſime percurrit, nonnullas ſecum deferre partes, quas non tam cito incendere poterat; has cum in aliqua accumulaverit copia, & interim valde caleſecerit, ut una cum reliqua materia incendi poſſint, tum incenſæ ſubito & maximo cum impetu diſploduntur, atque ita fragor ingens excitatur, quem *Tonitru* appellamus: poſtquam enim deſiit Fulmen, mox Tonitru ſequitur.

§. 1346. An non accumulata illa materia fulminea, & propter copiam nondum tota ardens, igneos iſtos format globos, qui gravitate ſua e cœlo in locis fulguritis decidiſſe obſervati ſunt, & qui deinde adeo calefacti, ut ſubito per totam ſubſtantiam ignem concipiant, ſua diſploſione ingentes ſtrages ediderunt, calamitateſque triſtiſſimas intulerunt (a)? Id mihi veroſimile videtur ex captis a me, & ab aliis obſervationibus: fatendum tamen qualibet tempeſtate, qua fulminat, hoc globos non conſpici, cum nempe aut exigui ſunt, aut plus abſunt, quam ut acie diſcerni queant, vel cum Fulmen ex alia materia conſtat.

§. 1347. Quamvis Tonitru unum tantum fragorem excitet, nihilominus ſæpe ſub ſpecie gravis & diu continuati murmuris auditur, aliquando 30 vel 40 minutorum ſecundorum (b), propter varias ejus a Nubibus & ab objectis terreſtribus repercuſſiones: hinc enim in vallibus, quas varii montes ambiunt, Tonitruum terribilis & diutiſſime continuatus fit mugitus; cum prope aliquem exploſum Tonitru tantum unum fragorem edere obſervatur: nihilominus ſi flamma

(a) Philoſ. Tranſ. N. 316. N. 319. N. 336. N. 357. N. 300. Collectiones Breslav. Anno 1717. pag. 157. Miſcellan. Berolinenſ. Contin. 2. pag. 114. Scheuchzeri Meteor. Helvetic. pag. 24. & ſeq.

(b) Delisle memoires Phyſiques

ma duos, treſve, aut plures incenderit tractus fulmineos, ſinguli in fine cum ſuo ſtagore deſinent, atque ita plures ſoni aut ſimul, aut brevi ſe ſequentes audiri poſſunt.

§. 1248. Ex hac doctrina clariſſime intelligimus, 1o. Quare cœlo ſereno fulminare & tonare poſſit? quamvis id rarius fiat, imo fieri poſſe neget Lucretius (*a*), contigiſſe tamen prodiderunt inter veteres Homerus (*b*), Horatius (*c*), Virgilius (*d*), Cicero (*e*), Ovidius (*f*), Alex. ab Alex. (*g*), Plinius (*h*), Julius Obſequens (*i*), atque inter recentiores Scheuchſerus (*k*): poſſunt enim ſemper incendi Sulphureæ exhalationes, ſimulac e Terra eruperunt, ſive cœlum ſudum vel nubilum fuerit.

2o. Et ſequitur manifeſto Fulmen & Tonitru non ſemper in nubibus generari, neque in iis hærere, niſi eo uſque Exhalationes fulmineæ adſcenderint: nam ex Terra Fulmen in altum adſcendiſſe, vidit Maffeus (*l*), tum Abbas Lionus (*m*). Similia procul dubio antiquitas vidit, *Fulmina* enim *inferna* vocavit, cum e Terra exſiliunt ignes (*n*): imo ardens Veſuvius fulmina emiſiſſe viſus eſt (*o*), ſimiliaque e fodinis adſcenderunt. Sed Tonitru immediate ſequens Fulmen, demonſtrat fragorem non in Nubibus, ſed in eo loco excitari, ubi Fulmen finem habuit; quod globi fulminei, exploſione ſua Tonitru excitantes, penitus confirmant.

3o. Plerumque autem in cœlo denſæ atræque producuntur Nubes, miris agitatæ motibus & directionibus, antequam incipit fulminare & tonare; tum etiam durante hac tempeſtate; ex quibus qualecunque præſagium de inſtanti fulmine formare ſolemus: Sed hæ oriuntur ab efferveſcentia, ſimulac fulmineis exhalationibus occurrunt, inde enim illi Aëris quaſi labores: dum ex ejus interſtitiis ſparſæ vaporum particulæ expelluntur, condenſantur, Nubes denſas & atras componunt; hæ ſimulac ab incenſo fulmine magis ad ſe comprimuntur, in pluviam denſam coguntur, quæ plerumque Fulmen & Tonitru comitatur.

4o. Ful-

(*a*) Lucret. L. VI. V. 264. 400.
(*b*) Odyſſ. Y. v. 112.
(*c*) Carmin. Lib. 1.
(*d*) Lib. 1. Georgic.
(*e*) Lib. 1. de divinat.
(*f*) Faſtor. Lib. 3.
(*g*) Lib. 5. Cap. 13.
[*h*] Hiſt. Nat. L. 2. C. 51.
[*i*] De Prodigiis C. 83.
[*k*] Meteorol. Helvetic. pag. 2.
[*l*] Litteræ Maffei ad Valliſnerium.
[*m*] Diar. Italico Tom. 32. Art. 8.
(*n*) Seneca qu. n. L. 2. C. 40.
(*o*) Philoſ. Tranſ. N. 337.

4°. Fulminis vero diſploſiones iteratæ Aërem ex iis locis quaquaverſum vehementiſſime expellunt, in quæ iterum, tanquam in vacuum alius Aër ruit: hinc furibundi illi venti & procellæ, qui comitantur & inſequuntur Fulmina.

5°. Quomodo Animalia & homines Fulmine tacti & percuſſi concidunt & exanimantur, in quibus nullum a Fulmine veſtigium? an quia metu horrendi fragoris & Ignis, in quo medii verſantur, ſtupent, in totum ſibi excidunt, & tandem exanimantur? an quia a ſpiritu Sulphuris incenſi, præſentaneo veneno animalium ſuffocantur? an quia Fulmen exploſum, Aërem ex eo loco pellit, vel ejus elaſticitatem deſtruit (a), ita ut Animalia in vacuo, vel in Aëre reſpirationi inepto relinquantur? forſitam hæc tria ſimul concurrunt, aut quolibet ſeorſum cauſa mortis exſiſtit. Nonnunquam animalia fulgurita lethalibus contuſionibus vulneribuſque, quæ conſpicua ſunt, vulnerantur, tum mortis cauſa patet.

(a) Haleſii Vegetable Staticks pag. 227.

6°. Cum igitur Fulmen ſit vera flamma ardentis Fulmineæ materiæ, minime mirandum eſt, ſi corpora quæcunque inflammabilia, quibus occurrit, incenderit, liquefecerit metalla, corpora cujuslibet reſiſtentiæ diffregerit, proſtraverit, evulſerit, ſiderit: cumque exhalationes ſubtiliſſimæ e Terra adſcendentes per ligna, lateres, muros penetrare facile poſſint, etiam patet, cur Fulmen per contignationes, ſepta, lacunaria, & fornices ædium cucurriſſe viſum fuit, quia fulmineus exhalationum tractus ſic decurrebat. Verum multo pluea facile ex præmiſſis explicantur, veluti hæc ſunt. Quomodo ex viſa flamma & intercedente tempore inter Tonitru auditum, quanto intervallo a loco exploſi Fulminis abſumus, cognoſci poteſt? videatur §. 1151. Quare diſcrimen ſummum datur, quando Tonitru auditur, ſimulac Fulmen conſpicitur? Quare Tonitru vehementer mugiente tremor ædes & plurima corpora pertentat? videatur §. 1168, 1169. Quare nonnulla Fluida, quo tempore fulminat, fermentari inci-

piunt,

piunt, alia in fermentatione poſita, deſinunt? Quare plurima, licet in cellis recondita, poſtquam tonuit, corrumpuntur? Quomodo aliorſum determinari, & utcunque averti poteſt Fulmen, ſonitu campanarum majorum & plurium, tum exploſione tormentorum bellicorum? quamvis campanarum ſonitum alio tempore non profuiſſe conſtet (*a*). Elegantiſſime hoc Thema explicuit Eruditiſſimus Richterus in Tractu de vero fulminum loco natali.

(*a*) L' Hiſt. de l' Acad. Roy. An. 1719.

§. 1349. Uſus Fulminis & Tonitru eſt, 1°. Aërem ab exharationibus ſulphureis, & oleoſis, ſuis inflammationibus purificare; exhalta incendio attenuando, mutando, ut animalium ſanitati & vitæ non noceant, ſed potius tum huic apta fiant, tum vegetationi plantarum; ideo pluvia, quæ tum temporis delabitur, combuſtaſque fulminis partes ſecum vehit, fertilior reliqua putatur. 2o. Atmoſphæræ æſtum temperat Fulmen, ſemper enim obſervavi frigus paucis horis poſt fulmen fuiſſe ſecutum: antequam fulminat, ſemper efferveſcit Aër, caletque: conſumto fulmine ſedatur efferveſcentia, hinc frigus oritur: quamvis & hoc pendere quoque videatus a Spiritu nitri, in incendio nitri & ſulphuris producto.

CAP. XLI.

De Meteoris Aereis; ſive de Ventis.

§. 1350. QUotieſcunque aliquis Aëris tractus cum ſenſibili nobis impetu ex loco, in quo erat, ad quendam alium movetur, *Ventum* facit. Quamobrem non male ab Antiquis dictus fuit, *Curſus Aris incitatior*, *Aeris unda fluens*, *fluxus*, *effuſio*, *flumen*. (*b*)

Adeoque Ventus non tantum conſtat ex meris Vaporibus, aut Exhalationibus, vel ex quadam ſpecifica

(*b*) Hippocrates Lib. de Flatibus. Seneca Lib. 5. Cap.6.Q. nat.

ea ſubſtantia, corporibus cæcis (*a*), anhelitibus Terræ frigidis (*b*), ab Aëre diverſis; veluti opinati fuerunt multi Philoſophi; ſed eſt Atmoſphæræ pars cum omnibus contentis, ex loco in locum delata. Quodcunque igitur Aërem propellit, Ventum ſuſcitat: idcirco ſive Vapores, Exhalationes, vel quæcunque alia fuerint in Aëre, & promoveantur, nihilominus ipſe quoque Aër mobiliſſimus, cui occurrunt, movebitur.

(*a*) Lucretius L.I.V. 2. 78.
(*b*) Cicero Cap.6. de Divinat.

§. 1351. Si terrigena ſe in centro ſui horizontis poſitum concipiat, poterit Aër ſui reſpectu moveri ſurſum, deorſum, cum omnibus obliquitatibus, deinde horinzontaliter cum infinite diverſis directionibus, veluti radii a centro circuli ad omne punctum ambitus duci poſſunt: Venti proinde diverſiſſimarum directionum dabuntur. Quemadmodum Mathematici peripheriam circuli in partium determinatum numerum partiti ſunt, ita quoque ab illis plagæ Ventorum diviſæ fuerunt, præcipue in Nautarum uſum hodierni triginta duas plagas ſufficere judicaverunt; cum Veterum nonnullis tantum poſuerunt ſex (*c*), alii octo, uti Andronicus Cyrrheſtes; Ariſtoteles decem (*d*); cum Varrone alii duodecim (*e*), alii viginti quatuor (*f*), ſed minus commode. Quandoquidem aliam diviſionem hac ætate inſtituimus, antiqua nomina recentioribus Ventorum directionibus non conveniunt; quæ Kircherus tamen hiſce accommodare ſtuduit (*g*). Ne igitur de nomine oriatur controverſia, nos pro noſtri obſervationibus ad octo plagas potiſſimum attendimus, & appellamus. Ventum ab Occaſu æquinoctiali afflantem *Favonium*, Weſt: ab Occaſu brumali *Africum*, Zuidweſt: a Meridie adſpirantem *Auſtrum*, Zuid: ab Oriente brumali *Eurum*, Zuidooſt: ab Oriente Solſtitiali *Aquilonem*, Noordooſt: a Septemtrionibus *Septemtrionem*, Noord: ab Occaſu Solſtitiali *Corum*, Noordweſt. Adeoque Ventos tanquam ex alio loco ad noſtrum accedentes; plagam vero a noſtro loco, ad alium extendit, animo concipimus.

(*c*) Strabo L. 1.
(*d*) Lib. 5.C. 16.
(*e*) Seneca q.n.L. 5.C. 16.
(*f*) Vitruvius L. 1.C.6.
(*g*) Ars Magnetic. L. 2. Pars VI

§. 1352. Venti commode dividuntur. 1°. In gene-

neralem & conſtantem. 2°. In anniverſarios. 3°. In Marinos & Terreſtres. 4°. In Liberos ſive Vagos, quorum nullus ſtabilis curſus.

§. 1353. Ventus generalis inter Tropicum Cancri & Capeicerni, aut parum latius, ſpirat ſupra Oceanum Aalanticum, Æthiopicum, Pacificum, & Indici partem. In aliis Terræ regionibus dantur venti anniverſarii; inque iis, quæ extra Tropicos jacent, obſervantur venti liberi. Venti generalis hiſtoriam optime tradiderunt præſtantiſſimus Hallejus *a*), & Diampierius (*b*), quos hic ceu fidos duces ſequemur.

(*a*) Philoſ. Tranſ. N.183.

(*b*) Traité des Vents.

§. 1354. In Oceano Atlantico & Æthiopico, inter utrumque Tropicum, vel parum ultra, per totum anni decurſum ſpirat Subſolanus, ita tamen ut hic partim ex quadam Septentrionali plaga, illic ex Meridionali accedere videatur.

Nam 1°. Simulac Nautæ Inſulas Canarias prætemavigaverunt, circa gradum 28 latitudinis Boreæ experiuntur Aquilonem, qui raro multum ulterius ad Septemtrionem vergit, accedit tamen nonnullis temporibus propius ab Subſolanum.

2°. Qui Inſulas Caribas petunt, deprehendunt hunc Aquilonem proprius ad Subſolanum vergere, quo magis Americæ appropinquant; ita ut interdum in verum Subſolanum abeat, imo tendentem ad Eurum, nihilominus ſæpius aliquantulum ad Aquilonem vergit, placidiusque continuo ſpirat.

3°. Hujus venti limites ſe latius ad littora Americæ, quam Africæ extendunt, cum in littoribus Americanis uſque ad gradum 30 & 32 excurrant; idemque in Meridionalibus Americæ littoribus, latius Ventum generalem expertis, quam Promontorium Africæ, quod Bonæ Spei appellatur, obſervatur.

4°. A latitudine Borea quatuor graduum uſque ad 28 gradus latitudinis Auſtralis ſemper ſpirat Eurus, accedens nonnunquam ad Subſolanum; verum prope Africam ſemper Auſtralius, quam prope Braſiliæ littora

tora ſpirat, quo enim magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur in Subſolanum.

5°. Mutationem aliquam hi venti pro diverſa anni tempeſtate ſubeunt, ſequunturque Solem; nam Sole inter Tropicum Cancri & Æquatorem commorante, Aquilo ſpirans in parte Terræ Borea propius ad Subſolanum accedit; & Eurus qui mare Æthiopicum perflat, tum magis ad Auſtrum accedit. Contra Sole hemiſphærium Terræ Auſtrale larga luce condiente, Aquilones in Oceano Atlantico Borealiores aliquantum evadunt; & Euri in Oceano Æthiopico magis ad Subſolanum vergunt.

6°. Attamen hic notandum, circa littora Africæ, nempe Caffariam, Angolam, Biafaram ſpirare Auſtrum: & ad diſtantiam 100. leucarum a littoribus Guineæ, Eurum mutari in Auſtrum; propius ab hujus regionis littoribus, Auſtrum verti in Africum: circa littora Nigritaniæ Aquilonem verti in Corum.

7°. Ad partem Æquatoris Boream, inter gradum quartum & decimum latitudinis, atque inter Meridianos, qui compleſtuntur Inſulas Heſperides, plaga Oceani datur, in qua dominantur Fulmina, Imbres, Procellæ, Malaciæ, quæ omnia ſe ſubito excipiunt, flantibus ſæpe ſimul ventis cum omni genere directionis.

§. 1355. Hujus generalis venti cauſa Sol eſt, cujus actionem clare concipiemus, ſi primo illum verſari in Æquatore fingamus. Cum recta alicui Æquatoris loco imminet, Aerem vehementer calefacit, rarefacit, ipſique majores vires inſpirat: quaquaverſum hinc ille ſe expandit, & ſurſum adſcendens ſupra reliquam Atmoſphæram prominet, & lateraliter ex lege Gravitatis diffluit: hinc brevior continuo facta illa dimanans, calens, & rarefacta columna, viribus minoribus reſiſtit vicinis columnis, quæ tum ſua denſitate & pondere, tum ſuperpondio ex ſuperius affluente Aere, ad medium calen-

temque Aerem ſe recipient : interim Sol promovetur ab Ortu ad Occaſum, vel Terra potius contrario motu, quod hoc in caſu idem eſt, cum tantum ad Aerem, qui ſucceſſive caleſcit, attendimus: adeoque datur plaga alicujus longitudinis, in qua ab Ortu verſus ad Occaſum Aer minoribus viribus reſiſtit, quam qui ab utroque latere adſtat premitque; quamobrem hic utrinque appreſſus ad locum minus reſiſtentem, duplici directione feretur: ille ſcilicet, qui eſt in hemiſphærio Terræ boreo, directione compoſita ex Orientali verſus Occaſum feretur, pro motu a tergo; & ex directione a Septentrione verſus Æquatorem: ejuſmodi compoſita directio ventum progignet Aquilonem: ille, qui eſt in hemiſphærio Terræ Auſtrali, feretur directione ab Ortu ad Occaſum, & a latere directione ab Auſtro ad Æquatorem; hinc motus compoſitus fit, quo producitur ventus, qui Eurus appellatur. Quoniam Solis calefactio ſucceſſive fit, nec cum vehementi ſubitaneoque impetu, ventus ſic excitatus ab Ortu Occaſum verſus non impetuoſus erit, & æquabili delatus tenore. Incipiet vero, ubi Aer, non a montibus, ſylvis, aliiſque obſtaculis lateraliter affluere impeditur; adeoque incipiet ventus Orientalis in Oceani locis, aliquantum a littoribus remotis: veluti ad diſtantiam fere centum leucarum a littoribus Africæ obſervatur oriri. Simulac hic ventus incipit appro inquare ad littora Americæ, ipſius curſui montes reſiſtunt; idcirco eo placidius illum ſpirare obſervant Nautæ, quo propiores Americæ ſunt: hoc montium impedimentum efficit, ut paulum latius expandatur ad littora Americæ, quam quidem a parte Africæ inchoavit.

Comitemur jam Solem, hemiſphærium Terræ boreum illuminantem, & curſum ſuum ab Æquatore ad Septemtriones inflectentem: tum Atmoſphæra Oceano Atlantico imminens, directe a Solis radiis calefacta, Subſolani cauſa fuiſſet; idcirco propter lateralem Aeris appulſum, qui ſpiraverat an-

tea

tea Aquilo, nunc paulo propius ad verum Subſolanum verget: Auſtraliori autem Æthiopico Oceano imminens Aer, jamque frigidior, quam cum Sol in Æquatore verſabatur, ideo quoque denſior, majori impetu laterali feretur ad aerem calefactum, & motu magis Auſtrali, qui facit, ut Eurus fere in Auſtrum vertatur.

A Tropico Cancri ad Æquatorem redeunte Sole, ſenſim Atlantici maris Aquilo orientalior, in verum Aquilonem vertetur, propter lateralem Aeris affluxum ad ea loca, quibus Sol recta imminet: & Auſter Æthiopici Oceani pedetentim vertetur in Eurum; donec Sole peragrante hemiſpherium Terræ Auſtrale, Eurus magis ad Subſolanum hic vergat: & Aquilo maris Atlantici aliquantum plus tendat ad Septemtrionem; quæ omnia adamuſſim cum obſervationibus præmiſſis congruunt.

Manet vero hic ventus Orientalis intra Tropicum utrumque, vel ad paucos gradus ulterius exporrigitur, nempe ad latitudinem 28 vel 30 gr. utrinque ab Æquatore. Quia Sol modo perpendiculariter radios ſuos vibrat in Terras, Aeremque, intra ambos Tropicos jacentes, qui autem lateralis adjacet Aer ad 4 vel 5 gradus ulterius, ſufficit ad implendum Aerem intermedium a Sole calefactum, cum extemplo a parte Atmoſphæræ ſuperiori recipiat Aerem affluentem, reſtituentemque ſua copia, quicquid alter ſe expandendo amiſerat.

§. 1356. Difficilius affertur vera cauſa ventorum Auſtralium, qui juxta littora Gaffariæ, Angolæ, & Biafaræ ſpirant: tum, quare non procul a Guinea venti ad Occaſum convertantur, mutati in Africos, veluti illi ad Nigritarum littora abeunt in Coros? forte hi oriuntur, quia ſolum Guineæ & Biafaræ admodum arenoſum, vehementer a Sole incaleſcit, caloremque diu retinet, quamobrem Aer ſolo huic ferventi imminens, multum rarefit; adſcendit, diffluit lateraliter in ſuperficie Atmoſphæræ: Aer lateralis, quique liberrime accedere poteſt

S 2 ad

ad eum, qui Guineæ & Biafaræ imminet, eſt ille, qui Oceano juxta littora Caffariæ, & Angolæ incumbit, qui ideo verſus Guineam delatus, Auſtrum progignit: quo autem propius ad Biafaram accedit, eo plus ad hanc regionem determinatur, mutatus in Africum. Pari modo pars venti Orientalis in libero Oceano, non procul a Guinea, propter Aerem hujus regionis multo minus reſiſtentem, invertitur, contraria directione pellitur Occaſum verſus, atque etiam mutatur in Africum. Nigritarum regio non habet ſolum a Guinea diverſum, idcirco etiam Aer Oceani Atlantici verſus hæc littora determinabitur, unde non Aquilo, ſed Corus ab inſula Palma ad littora Billedulgerid & Nigritarum flabit.

§. 1357. Meminimus quoque loci in Oceano Atlantico inter latitudinem boream 4 & 10 graduum, in quo malaciæ & procellæ: eſt hic, ubi inter ventum generalem Orientalem, & inter Africum ad Guineam tendentem, datur æquilibrium, adeoque Aeris quies: nihilominus cum creberrima hic Fulmina & Tonitrua obſerventur, fundus Oceani magnam Bituminis, Sulphuris, & materiæ fulmineæ copiam in auras eructabit: quæ continuo efferveſcens & incenſa, nunc ventos in hanc plagam, mox verſus aliam, imo ad qualemcumque ſpirantes, ſuſcitabit; donec exploſa materia iterum Aer ad tranquillitatem redeat.

Interim Nubes a vento Generali deferuntur ad hunc locum, ut & ſimul aliæ ex Oceano Æthiopico elevatæ huc confluunt, propulſæ ab Africo; aliæ prognatæ in Oceano Atlantico, huc accumulantur a Coro: quare Nubes a ventis his oppoſitarum directionum condenſatæ, in Pluviam coguntur; quæ denſiſſima tum fit, labiturque, cum fulmina Nubes vehementius adhuc conquaſſant, & in denſas moles compingunt, quæ jam graviſſimæ, nec amplius ab Aere ſuſtentatæ, quaſi agmine facto deorſum ruunt; atque ita imbres urceatim e cælo demitti videntur.

§. 1358. Circa littora Braſileæ quædam alia Anomalia obſervatur; quippe a menſe Aprili, & inde aliquouſque flat Africus: a Menſe Septembri & deinceps flat Aquilo. Littora Americæ, quæ Auſtraliora ſunt quam Braſilia, multum inflectuntur Occaſum verſus: idcirco Ventus Auſter, qui menſe Aprili ſupra Oceanum Æthiopicum ſpirat, determinatur a littoribus Braſileæ, quibus coërcetur, ita ut neceſſario mutetur in Africum. Menſe Septembri autem Sol recta imminet Braſiliæ, ejuſque ſolum valde calefacit, hoc Aërem, veluti in Guinea fieri dictum eſt §. 1356.: quamobrem Aër ex frigidiori Terræ parte Septemtrionali huc determinabitur, ſuſcitabiturque Aquilo. Primaria hæc ſunt, quæ ventum generalem hujus Oceani ſpectant.

§. 1359. Ex quibus opinamur ſatis manifeſto ſequi, ventum Orientalem non oriri propter motum Terræ circa ſuum axem volutæ, & Atmoſphæram relinquentis, veluti a nonnullis creditum fuit. 1°. Quia ventus generalis non eſt verus Subſolanus, ſed Eurus vel Aquilo, cujus directio aliquantum mutatur pro vario Solis in Ecliptica loco. 2°. Quia velocitas hujus venti multo minor eſt, quam Terræ circa axem motæ; quippe hic ventus celerior non eſt, quam ut intra unum M'. 8. vel 10. pedes percurrat, cum Æquator eodem tempore 1423. pedes perficiat. 3°. Non relinquit Atmoſphæra Terram in motu annuo circa Solem, verum pari velocitate utraque movetur; cur igitur Terra in motu diurno circa axim Atmoſphæram relinqueret? hujus ratio nulla apparet. 4°. Tum quoque in apicibus Montium ubivis Terrarum ſpiraret Subſolanus, qui non obſervatur. 5°. Penitus ruit hæc opinio propter alios ventos in Oceano Indico ſpirantes, de quibus mox agam.

§. 1360. In Oceano Pacifico regnat idem ventus generalis, quem in Oceano Atlantico & Æthiopico deſcripſimus: quippe ſupra hæmiſphærium Terræ boreum flat Aquilo, & ſupra Auſtrale hemiſphærium

rium flat Eurus; uterque ventus etiam ad gradus 28. vel 30. utrimque ab Æquatore exporrigitur. Circa littora Americæ occidentalia tamen anomalia datur, flantibus hic ventis occidentalibus, quorum ratio a calefacto ſolo, Aërem rarefaciente, petenda eſt, pari prorſus modo, ac diximus in §. 1356.

§. 1361. In Oceano Indico major eſt ventorum varietas. Eſt enim in eo ventus generalis; ſed præterea dantur venti periodici, qui ſex menſibus quandam verſus plagam delati, ſex ſequentibus menſibus quaſi redeuntes, oppoſita directione feruntur; hi vocantur *Motiones* vel *Anniverſarii*; Belgice *Mouſſons*. Omnes ita ſunt comparati.

1°. Inter latitudinem Auſtralem 30. & 10. graduum, inter Inſulam Divi Laurentii & Hollandiam novam ſemper ſpirat Eurus per totum anni decurſum, qui tamen aliquando paulo propius ad Subſolanum accedit.

2°. Inter gradum 2. & 10. latitudinis Auſtralis, inter Javam, Sumatram, & Laurentii Inſulam menſibus Majo, Junio, Julio, Auguſto, Septembri, Octobri ſpirat Eurus: verum a Novembri ſex reliquis menſibus regnat Corus.

3°. Inter Africæ littora Ajanæ, Arabiæ, Malabariæ; tum in ſinu Bengalenſi, ſuper omnem hanc Oceani Indici partem uſque ad Æquatorem ab Aprili ad Octobrim ſpirat Africus impetuoſus, quem atræ pluvioſæque Nubes & procellæ comitantur: ab Octobri reliquis menſibus uſque ad Aprilim regnat Aquilo, lenior priori, cum cælo ſereno: uterque ventus, tum Africus, tum Aquilo placidius ſpirat in ſinu Bengalenſi, quam ſupra Mare Indicum.

4°. Inter Zanguebariæ littora & inſulam Divi Laurentii ab Octobri uſque ad Majum datur Eurus: a Majo ſequentibus ſex menſibus flat Favonius: qui ſimul ac ultra inſulam Laurentii eſt progreſſus in liberum Mare Æquatorem verſus, mutatur in Afri-

cum,

cum, parum divergentem ab Auſtro.

5°. Inter littora Chinenſia, Malaccam, Sumatram, Borneo, & inſulas Philippinas, ab Aprili ad Octobrim Africus, parum declinans ab Auſtro, ſpirat: ab Octobri uſque ad Aprilim ſpirat Aquilo, parum differens a Borea, imo flectitur in Boream & Corum inter Inſulas Javam, Timor, Hollandiam novam & Guineam novam: quemadmodum Africi loco hic ſpirat Eurus, qui quaſi a flexuoſo ſitu Timor, Javæ, Sumatræ, Malaccæ, in Africum determinatur. Quotieſcunque Motiones hæ invertuntur, ſtant in nonnullis locis quietæ, ac ſi Aër neſciret, quorſum ſe verteret, ſed in aliis locis deſinunt venti ſummo cum furore, illico in oppoſitos converſi.

§. 1362. Ventus Generalis Oceani Indici eſt idem ac explicuimus in §. 1350. Verum aliarum Motionum cauſam, ut nulli ſcrupuli ſuperſint, afferre nondum potuerunt Philoſophi: motiones videntur pendere a pluribus cauſis: a montibus, eorumque exhalationibus, quas ſtatis temporibus exſpirant, & quæ Aërem certis directionibus propellunt: tum a reſoluta nive, & plurimarum aliarum rerum, huculque incognitarum concurſu: igitur hæc ſapientiori ſæculo relinquenda ſunt. Videnturque Eteſiæ ſive Anniverſarii aliarum Terrarum venti (*a*) non bene intelligi, nec demonſtrari poſſe, ni oculati regionum inſpectores & accurati obſervatores fluminum, montium, marium, ſylvarum, ſolutæque nivis fuerimus, nam ab his potiſſimum pendent cauſis.

(*a*) Varenii Geogr. S. VI. Cap. XXI. Memoires de Languedoc part. 2. Ch. VIII.

§. 1363. In reliquis Terræ regionibus Liberi ſpirant venti, qui nec tempus, nec periodum, nec plagam, nec impetum obſervant, ſed quaquaverſum diriguntur. Horum cauſa eſt omnis illa, quæ Atmoſphæræ partem ex loco in locum movere poteſt: determinatio pendet a ſitu montium, ſylvarum, aliorumque eminentium corporum, quæ allabentem Aërem determinant, ut certas verſus pla-

Digitized by Google

gas potiſſimum dirigatur. Idcirco venti erunt ſingulares, propriique ſuis regionibus, nec cognoſcendi, nec explicandi, niſi prius regio ſimul cum reliquis undique adjacentibus bene cognita & deſcripta fuerit. Obſervationes in Helvetia a Garcino, Norimbergæ a Doppelmajero, & noſtræ in Belgio inſtitutæ, docent, ventos eodem tempore diverſos in his locis ſpirare, niſi procella quædam diuturnior regnaverit.

§. 1364. Septem fœderatarum Provinciarum ſolum eſt ſatis planum & æquabile abſque montibus, niſi quod intervallo milliarium duorum ab Ultrajecto Mons Amisfurtenſis, ſed exiguus & parum altus detur; plures tamen in ea Gelriæ parte, quæ Velavia appellatur, reperiuntur. Obſervationes Trajectinæ plurimorum annorum, tum in aliis fœderati Belgii provinciis captæ oſtenderunt, utcumque determinatum eſſe anni ſpatio certorum ventorum numerum; plurimos ſibi addendo annos, medium compoſui aliquem, ex quo ventorum numerus cognoſcetur, parum abluſurus a veritate: ſecundum hunc Ultrajecti ſpirat Septemtrio 42. diebus, Corus 33., Favonius 77., Africus 58., Auſter 33., Eurus 26., Subſolanus 53., Aquilo 43. An non Favonii & Africi ſunt adeo frequentes, quia Mare Germanicum reſpectu noſtræ regionis ad occaſum jacet, atque ita Aër mari huic imminens frigidior apprimetur ad calidiorem rarioremque, ſolo noſtro incumbentem? an vero eſt pars venti Generalis Aquilonaris, reflexi a littoribus Americæ Septemtrionalis, & oppoſita directione per fretum morinum & ſupra Angliæ partem Auſtralem afflantis? forte utraque cauſa obtinet.

§. 1365. Cur autem pauciſſimi apud nos Euri? an non quia ſolum noſtrum humidius Germanico, jacente in hac plaga, & proinde admodum frigidum, multo minus caleſit, quam Germanicum, unde Aër noſtro ſolo imminens, etiam minus caleſcit, rareſcitque, quam Aër, qui Terræ Auſtralio-

ri

ri & ſicciori incumbit; ideo non niſi raro Euri ſuſcitabuntur & Auſtri; ſæpius vero Boreæ, ex frigidiſſimis ad calidiores delati plagas.

§. 1366. Cur autem frequentiſſimi apud nos Subſolani ſpirant? hi ſemper frigent, etiamſi media æſtate afflaverint, brumali tempore Aquam in glaciem cogunt, rariſſime enim gelat, niſi Subſolanus ſpiraverit. Quoniam igitur Aër noſtri plani ſoli calidior eſt illo, qui locis montoſis Germaniæ incumbit, reſpectu noſtri in plaga Orientali jacentibus, Aër ibi denſior frigidiorque ad noſtram regionem frequentiſſime apprimetur, Subſolanum ſuſcitaturus. An potius erit pars venti generalis? Cur rariores quoque Cori, adeo perículoſi noſtris aggeribus? an non, quia Scotiæ ſolum admodum montoſum hos intercipit, unde qui ad nos afflant, potiſſimum ſunt Aquilones, qui in Scotiæ montes allapſi repercutiuntur ad nos? Vetus eſt traditio, ventum illum 14. dierum ſpatio apud nos regnare, qui tempore Æquinoctii Verni ſpiraverit, in primis ſi fuerit Corus vel Boreas; accuratæ obſervationes Trajecti habitæ, commentum hoc eſſe, me docuerunt.

§. 1367. Cauſæ Ventorum liberorum ſunt vel in ipſis Terræ viſceribus, aut in ſuperficie, vel in Atmoſphæra, vel ſupra hanc. Terram ipſam magnam vim Aëris ejicere, & ex abdito ſpirare teſtantur multæ obſervationes. De Senta Dalmatiæ, & de rupe in Cyrenaica provincia Plinius (*a*), & aſſerente Gilberto in Comitatu Britanniæ Denbigaja, ex quibusdam cavernis ſunt tam vehementes ventorum eruptiones, ut injecta veſtimenta pannique magna vi efflentur. Scheuchſerus quamplurimas deſcripſit (*b*) cryptas Æolias, ex receſſu Terrarum interiore ventum exſpirantes. Connor (*c*) prodidit de Cumanæ Sibyllæ antro in regno Neapolitano idem; itum de cavernis Bayæ, de fodinis aliquibus Germaniæ, de Salinis Cracoviæ. Eſt quoque prope Terni (*d*), & in Veſuvio (*e*), in Catalonia (*f*). Sed & Ventos

[*a*] L. 2. c. 45. Hiſt. Nat.

[*b*] Stoichelograph. Helvetic. p. 122. &c.

[*c*] Diſſert. Med Phyſ. p. 33. art. 5.

(*d*) Kircheri Mund. Subt. L. 2.

(*e*) Miſſon. Itiner. T. 3.

(*f*) Marca Hiſpanic. L. 2. C. 22.

ventos ex imo maris adſcendere & Aquam perrumpere, erumpenteſque abire in furentes Typhones alii teſtantur, veluti de Lacu Legnio Gaſſendus (*a*), de Vettero Seciæ Lacu Mearnius (*b*), tum de Oceano Chinenſi (*c*).

(*a*) Vita Peiriſci L. 5. 417.
(*b*) Philoſ. Tranſ. N. 280.
[*c*] Obſervat. Phyſiq. envoye de Siam a l'Academie.

§. 1368. Cauſæ Ventorum ex cryptis Æoliis aſſurgentium poſſunt eſſe variæ. Concipiatur enim animo crypta inſtar ingentis ampullæ, capaciſſimi ventris, anguſtique colli; Aëris ſit plena frigidi, hyemalis, denſique: ſimul ac igitur Atmoſphæra ſupra Terram levior ſit; extemplo Aër nunc minus preſſus, ex ventre ampullæ, ſua elaſticitate actus per collum erumpet, ventumque refert surſum ſpirantem. Vel ſtillet Aqua rivuli inſtar, per rimas terræ in cavam cryptam, multum Aëris aqua ſecum devehet, quo ventum fortem, vix follibus majoribus imitandum, ſuſcitare poteſt, uti quondam Hero probavit; hic deinde ex antri ore erumpere cogitur. Aqua in Terras Sulphureas, Martiales, ſive Pyriticas inciderit in cryptis, illico gignetur calor, aqua in vaporem admodum elaſticum vertetur, qui ex antro Aërem cum impetu expellit, & ipſe apertum ad hos efflatus iter occupat, ac per cavernam in noſtras ſedes affertur: quemadmodum Aqua in Æolipila calefacta, ſub venti forma, ex tenui foramine erumpit. Ignis ſubterraneus a qualicunque cauſa ortus, præſtabit idem. Si aliquot cryptæ Æoliæ ſecum communicent, & ſuis quælibet ſit inſtructa oſculis; fieri nequit, quin vel altera recipiat ventum ex Atmoſphæra ſuperiori, quem per totam cryptam ad os oppoſitum apertum deferat, vel alterum hoc os idem præſtet. Cauſæ ventorum per Aquas erumpentium, ſunt Terræmotus ſub aquis ſuſcitati, qui ab efferveſcentiis & inflammationibus oriuntur, a quibus multum Fluidi elaſtici generatur, ſummo impetu surſum propulſi, quod ubi ex aquæ ſuperficie erupit, ſe niſu maximo expandet.

§. 1369. Ad Cauſas ventorum, quæ in ſuperficie

cie Terræ ſunt, referenda ſunt omnia, quæ Aërem movere poſſunt: veluti ſunt undæ marinæ, Flumina, unde in ripis & littore ſemper venti: tum Exhalationes & Vapores adſcendentes ex Terra, ignis excitatus, nivis & glaciei reſolutio a Sole, & innumera alia.

§. 1370. Plurimi Venti a cauſis in ipſa Atmoſphæra hærentibus ſuſcitantur, quæ variis agere poſſunt modis. Præcipua cauſa conſiſtit in Effervefcentia Exhalationum variarum ſibi occurrentium, aut Exhalationum cum Vaporibus permixtione, atque inde orta effervefcentia. Simul ac enim duæ Exhalationes ſecum effervefcunt, dilatabuntur, expanſa majus ſpatium deſiderabunt, Fluidum elaſticum gignent; Aërem majori minorive celeritate propellent, pro diverſo effervefcentiæ impetu, & actione prognati elaſtici Fluidi; ideo ſemper Venti oriuntur, cum fulminat, tonatque. Quoniam Exhalationum varia copia nunc major, non minor ſecum permiſcetur, & poſt unam permixtionem tempus elabitur, antequam altera permixtio fiat, Ventus inde oriundus nunc incitatior, mox lenior ſpirabit, interrupto iterm impetu, violentius mox ex quiete ſurrecturus: veluti de omni libero Vento obſervatur, qui æquabili tenore nunquam duorum Minutorum ſpatio ſpirat, ſed viribus diverſis: idque eo magis obtinet, quo validior fuerit. Si Exhalationes paucæ fuerint, ut Aërem non reddant opacum, plerumque mitiores fiunt Venti: ſi vero ſua copia Nubes denſas formaverint, progignunt impetuoſiores Ventos; ideo plures Venti tempore nubilo, quam ſereno obſervantur. Sunt Nubes, quæ cum omni humido effervefcunt; hæ Ventos generant, ſuper quæcunque loca tranſiverint; dantur hæ ſæpe æſtate, cælo cæteroquin ſereno, atque a Nautis e longinque diſtinguuntur. Sic vero quaquaverſum rueret Aër, veluti frequenter etiam fit, ſed potiſſimum eo incumbit, quo liberior exitus invitat, & loci laxitas, tum magna & patens area.

Sunt

Sunt nubes atræ ſæpe cauſa Ecnephiæ, qui in mari Æthiopico, & in promontorio Africæ extimo, Cuinea, Lowango, Guardaſu, vehementer furere nonnunquam obſervatus eſt (*a*).

(*a*) Varenii Geogr. Sect. v i. c. xxi. §. x.

§. 1371. Sæpius tum in hiſce, tum in præcedentibus mentionem fecimus efferveſcentiæ, quæ in Aëre contingit; ne quis de veritate dubitet, pauca tantum pericula capiat, ut convincatur, nihil quod actu non contingit, nos aſſumpſiſſe. Ponatur enim phiala aperta, in qua Spiritus Salis Ammoniaci, evolabit aliquid, magis olfactu, quam viſu diſtinguendum; idem erit, ſi nitri Spiritus pari examinetur modo. Verum utramque phialam juxta ſe ponamus; jam Exhalationes ſibi occurrentes in Aëre conſpicuam efferveſcentiam, Nubemque excitabunt. Tradit eximius Haleſius (*b*), ſe ad minerale Vitriolicum affudiſſe Spiritum Nitri, efferveſcentia hinc orta eſt, qua ſedata & Aëre jam pellucente, admiſſus fuit novus Aër, illico renaſcebatur efferveſcentia, unde Aër factus turbidus & rubicundus; repetique hoc aliquoties potuit eodem cum ſucceſſu. Idem obſervare datur in phiala, in qua Limatura ferri cum Nitri Spiritu fuit: aut in recipiente, in quo vapor Aquæ fortis manſit, poſtquam Pyriti affuſa fuerat.

(*b*) Appendix ad Hæmaſtatic. Exper. 3.

§. 1372. Supra Atmoſphæram cauſæ ventum excitantes, ſunt Sol & Luna, qui ſua gravitate eam attrahendo, motum Aëri inducunt perpetuum, qualem Oceano, æſtum marinum progignendo: eſt tamen in Atmoſphæra, propter Aëri raritatem, æſtus admodum exiguus. Sol inſuper calore ſuo Aërem rarefacit, eo vehementius, quo radiis pluribus magiſque perpendicularibus in ipſum egerit: adeoque propter Nubes, Solis radios hinc inde intercipientes, Aër ejusdem regionis non æque calefactus, nec rarefactus erit, quod Ventos neceſſario producet, cum Lex æquilibrii liquorum, æqualem actionem in Fluidis poſtulet, ut quieſcant: ideo Aër maxime a Sole rarefactus pelletur ad Aërem

ſub

ſub Nubibus interdiu, noctu contra Aër infra Nubes ſe ad alium, a frigore ſuperveniente condenſatum, recipiet.

§. 1373. Ventus lenis raro iter longum conficit: verum validior & aliquamdiu durans per vaſtum cæli ſpatium vaſiſſe obſervatus fuit, & percurriſſe Britanniam, totam Germaniam, & Helvetiam, & forte quidem ulteriores regiones, quemadmodum ex obſervationibus Scheuchſeri & Derhami comparatis conſtitit *(a)*: attamen Ventus, qui in una regione vehementius ſpiraverat, longe mitior in aliis fuit. [a] Philoſ. Tranſ. N. 321.

§. 1374. Ventorum liberorum velocitas admodum differt; illi, qui tanta moventur rapiditate, ut arbores ſylvaſque convellant, obſervante Mariotto, intra horæ minutum ſecundum 32. pedes Pariſinos percurrebant. Verum ex obſervationibus accuratioribus Derhami colligitur *(b)*, Ventos impetuoſiſſimos tanta rapiditate promotos fuiſſe, ut *66.* pedes Britannicos Minuto ſecundo, & 45. Milliaria Britannica horæ ſpatio abſolverint. Hi quidem furibundi ſunt, & tantarum virium, ut lapideam ſtatuam 12. pedes altam, 5 latam, 2. craſſam diffregerint, integraſque ſylvas proſtraverint *(c)*. Sunt autem alii venti adeo tardi, ut equitem non præcurrant: alii, qui modice celeres, tantum 10. Milliaria Britannica horæ ſpatio abſolvunt. Verum multo plura de Ventis reſtant dicenda: quomodo eorum cognitio comparanda ſit, clariſſimo & inimitabili exemplo magnus Verulamius in Hiſtoria Ventorum docuit, qua in Phyſica vix aliquid magis abſolutum hucuſque proſtat.

[b] Philoſ. Tranſ. N. 313.

(c) Philoſ. Tranſ. N. 114.

§. 1375. Uſus Ventorum eſt magnus; 1°. ut Aër, in quo vivimus, & qui noſtris Exhalationibus inquinatur, removeatur, everratur, aliuſque purior in ejus locum ſuccedat, qui vitalis eſt tracturis, tum ut aſſidua vexatione utilis reddatur: ſi enim Aër pigreſcit, præcipue Æſtate, creſcit in vitium, oriuntur ubivis Terrarum contagioſi morbi & peſtis,

ſtis, veluti poſt Hippocratem (a) multi Medici memoriæ prodiderunt.

(a) Hippocrates Lib. 3. Epidemicor.

2o. Venti Aërem a calore Solis toſtum temperant & reficiunt; ita ut regiones, quæ habitari non poſſent, habitabiles evadant: ita in Indiis Orientalibus & Occidentalibus Venti Marini ſpirant interdiu; Terreni veſperi, ſua aura reficientes & refrigerantes Aëra, Terram, Aquas. In noſtris regionibus Æſtate plures perirent Meſſores, niſi Vento reficerentur, quo ſilente nonnunquam lethalis eſt æſtus (b). Idcirco ventus a menſium ferventiſſimorum gravitate nos defendit.

(b) Derham. Theolog. Phyſ.Lib. 1.Cap.2.

3o. Venti calorem & frigus ex una regione in alteram transferunt, hinc apud nos Auſter calorem, Boreas frigus adducit.

4o. Qui ſicci ſunt Venti, exſiccant humida quæcunque, quo modo mortalibus egregie in plurimis occaſionibus opitulantur: qui humidi ſunt, irrigant pedetentim exſiccata, penetrando in poros corporum, nec hi ſua utilitate deſtituuntur.

5o. Nubes ex Vaporibus Oceani formatas deferunt venti per Aërem ad quaslibet regiones, ut imbres Terris ſubminiſtrent, quibus omnes plantæ creſcunt, vigent, vivunt. Sed & venti nimios imbres compeſcunt; nam modo adducunt Nubes, modo diducunt, ut per totum orbem pluviæ dividi poſſint. Pari modo Exhalationes, quas exſpiravit Terra, deferunt ad varias regiones, quibus Aër impurus averruncantur, & ea, quæ ad vegetationem lætiorem conferre aliquid poſſunt, non in uno tantum manent loco, ſed pluribus fiunt communia.

6o. Dedit Deus Ventos ad ulteriora noſcenda; fuiſſet enim imperitum Animal, & ſine magna experientia rerum Homo, ſi circumſcriberetur natalis ſoli fine: dedit igitur Deus Ventos, ut navigiorum curſibus ſuppeditarentur omnes undique ad vitam copiæ, plurimiſque maritimis rebus frueremur, ut univerſo generi humano res pulcerrimæ, in remotiſ-

motiſſimis natæ regionibus, communes fierent, ut omnibus inter ſe populis commercium foret, quo gentes diſſipatas locis miſceret, atque ita liberaliſſimi Conditoris potentia, ſapientia, & munificentia innoteſceret.

7°. Venti Aquas Oceani, Paludum, Lacuum, Foſſarum, movent, ne ſtagnando putreſcant.

8°. Ventorum ope Machinæ plurimæ moventur, Molæ agitantur, quibus labori mortalium ingenti cum emolumento & ſolatio ſuccurrunt. Ecquis omnia enumerare poſſet? in his facile prolixiores, quam hujus Compendii ſcopus eſt, evaderemus.

F I N I S.

Digitized by Google

DE
REBVS CÆLESTIBVS
TRACTATVS.

Digitized by Google

DE HAC RERUM CÆLESTIUM TRACTATIONE

AD LECTOREM.

EN tandem Cl: Muſſchenbroeckii Phyſicæ Elementa magis adhuc aucta & illuſtrata novam noſtrorum typorum lucem vident: verum etſi rerum, quas complectuntur, præſtantia, methodo, judicandi ακριβεια commendari ea plurimum debeant, vel ex eo tamen mutila jure viderentur, ſi præſtantiſſimam Phyſicæ partem, quæ eſt de rebus Cæleſtibus, intactam præterirent. Quotus enim quiſque eſt, qui rerum naturalium, earumque cauſarum contemplatione excitatus, non id potiſſimum ſcire cupiat, quo tot Cæleſtium corporum natura conſiſtat, quibus de cauſis eorum ordinatiſſimi motus, ſingulaque phænomena fiant, quibus adeo quotidie percellimur, ut in eorum explicatione *inſatiabilis quædam ineſſe videatur voluptas*? Iis ſane ſpectandis, contemplandiſque vel ipſa natura erecto capite nos efformavit, ut inde ſummam Supremi Numinis Majeſtatem, Sapientiam, Omnipotentiam in tam admirandis operibus perſpicientes, ad ejus ob-

ſequium & amorem impenſius excitaremur : *nihil enim*, ut apte ait Tullius, *poteſt eſſe tam apertum, tam perſpicuum cum Cælum ſuſpeximus, cæleſtiaque contemplati ſumus, quam eſſe aliquod Numen præſtantiſſimæ Mentis, quo hæc reguntur*.

Ea de cauſa in prima horum Phyſicæ Elementorum editione, quæ anno 1745 hîc prodit ex typis Petri Palumbi, Cl: Jacobi 'sGraveſande *de Mundi Syſtemate* tractatus acceſſit, ne vid. tirones noſtri, quorum commodo unice proſpicimus, aliunde Cæleſtium rerum tractationem conquirere cogerentur. Verum utut is tractatus brevitate & rerum ubertate ſcopo noſtro ſatisfacere tum videbatur, facto tamen ipſo conſtitit tironum captui parum apte quandoque in eo ſe gerere Auctorem, & ob nimium, quod affectat compendium, in obſcuritatem juventuti inimicam, ſæpiſſime declinare, ut rerum Cæleſtium vel prima rudimenta, quæ tantum hîc dare animus eſt, nec quidem clare nitideque inde haurirent tirones noſtri. Quamobrem priorem hujus Tractatus partem, quæ hiſtoricam Cæleſtium phænomenorum narrationem potiſſimum complectitur, in nova hac editione, qua adjectis notis, auctariis, qua in-

interna textus ipſius mutatione & uberiori expoſitione, ubi opus eſſe videbatur, auximus, illuſtravimus, tironumque captui & utilitati accomodatiorem reddidimus. Altera vero ejuſdem tractatus pars Cæleſtium motuum cauſas ſecundum Cl: Iſaaci Newtoni principia exponens, pauca tantum immutata habet; uberiori enim noſtra explicatione ibi opus non eſſe rati ſumus. Qui in Geometricis diſciplinis, paulo ultra Elementa ſunt progreſſi, ad ea intelligenda, quæ ibidem tradit Auctor, ſine ulteriori expoſitione apti ſunt; qui vero vel nullam, vel nimium elementarem earundem diſciplinarum cognitionem habent, quacunque data uberiori declaratione ne quidem ad intelligendam apti redduntur. Quibus ergo cum præclariſſimi Mathematicis diſciplinis parum commercii eſt, auctor ſum, ut ſecundam tractatus hujus partem intactam prætereant, ſolius Planetatii ſyſtematis hiſtorica narratione, quæ prima parte datur, contenti. Plura in eadem ſecunda hujus tractatus parte habet 'sGraveſandius, quæ uberius & clarius expoſita ſunt a Muſſchenbroeckio in Phyſicæ Elementis, adjectisque adnotationibus; hinc ea conſulto prætermiſimus, ne idem repetere inutiliter vi-

deremur; ita caput XII hujus tractatus de Vacuo & Materia Cæleſti ex integro omiſimus, quod nihil contineat clarius & fuſius non expoſitum cap. 3. horum Phyſicæ Elementorum. Illius loco ex Davidis Gregorii *Aſtronomia Phyſica & Geometrica* expoſitam rejectamque adjecimus Phyſicam cæleſtem, ſeu cauſam & rationem a Carteſio & Leibnitio excogitatam, cur Planetæ in Orbibus ſuis conſtantiſſime deferantur; quod ejus nullam 'sGraveſandius mentionem faciat, juvetque tirones noſtros inde diſcere, quid interſit inter Phyſicam mere hypotheticam iis Auctoribus, eorumque admiratoribus maxime deamatam, & eam quæ phænomenis, indubiiſque naturæ legibus innititur, quæque Newtono potiſſimum referri debet accepta.

Id demum hîc tirones in anteceſſum monere oportet, Auctorem ſcil., hujus tractatus capite 13. telluris motum cum circa ſeipſam, tum circa Solem, pluribus argumentis adſtruere conari; quibus ſane argumentis, uti & ceteris, quæ a Copernicanis ea de re afferri ſolent, etſi non exigua probabilitatis vis ineſſe videatur, ἀποδεικτικῶς tamen ea rem conficere temere adfirmaretur, Hugenio, Newtono, Gregory,

Digitized by Google

gory, aliiſque præclariſſimis Aſtronomis judicibus, quorum teſtimonia videſis in celeberrimo Niewentytii opere *l' Exiſtence de Dieu* c. 7. l. 3. Contra Sacræ Scripturæ, quas divino afflante ſpiritu exaratos, nullique adeo vel leviſſimo errori obnoxias agnoſcimus, & veneramur, litterali & proprio ſenſu intellectæ, Telluris immobilitatem, Solis vero motum, manifeſtiſſime aſſerunt. *Sol oritur* (Eccleſ. c. 1. v. 5. & 6.) *& occidit, & in locum ſuum revertitur, ibique renaſcens gyrat per meridiem, & flectitur ad Aquilonem . . . & in circulos ſuos revertitur.* Joſue cap. 10. v. 12. & ſeqq. *Sol contra Gabaon ne movearis, & Luna contra vallem Ajalon; ſteteruntque Sol & Luna, donec ulciſceretur ſe Gens de inimicis ſuis.... ſtetit itaque Sol in medio Cæli, & non feſtinavit occumbere ſpatio unius diei.* Pſalmo 92. *Firmavit orbem terræ, qui non commovebitur;* & pſalmo 103. *Deus fundavit terram ſuper ſtabilitatem ſuam.* Hæc aliaque ſimilia Sacrarum Scripturarum loca quin Solis motum circa quieſcentem tellurem ſenſu obvio & litterali aſſerant, nemo ſui compos hæſitabit: ſed a litterali Sacrarum Scripturarum ſenſu (quod communiter docent Concilia, Patres, Theo-

logi univerſi) niſi evidens ratio contrarium ſuadeat , recedere fas non eſt . Donec ergo Copernicani evidentiſſima ſuæ ſententiæ argumenta non protulerint , quemadmodum reapſe nunquam attulerunt , citra temeritatis notam nequit Chriſtianus Philoſophus eorum adhærere ſententiæ . Nihilominus nil vetat quominus Solis quietem , & Telluris motum , ut hypotheſim Cæleſtibus phænomenis explicandis aptiſſimam hîc uſurpemus , quemadmodum in Catholicorum Academiis communiter adhiberi ſolet , idque Cardinalium Fidei Inquiſitorum decreto Ann. 1620 licitum eſt.

DE



DE
MVNDI SYSTEMATE
PARS PRIMA

CAPVT I.

Idea Generalis Syſtematis Planetarii.

§. 1. SPATIVM nullis Limitibus terminari poſſe, qui attente conſideraverit, vix inficias ire poterit, ſupremam omnipotentem Intelligentiam, quam Terricolis arcto in campo demonſtravit, Sapientiam ubique manifeſtam feciſſe. Quem hic arctum dico campum, in immenſum captum noſtrum ſuperat; arctum tamen cum Spatio infinito collatum.

Tellus noſtra cum ſexdecim aliis Corporibus, (non plura novimus) in determinato Spatio movetur; non ultra determinatos Limites, a ſe mutuo recedunt, neque ad ſe mutuo accedunt hæc Corpora; & immutatis Legibus Motus horum ſubjiciuntur.

De-

DEFINITIO I.

§. 2. Congeries hæc ſeptemdecim Corporum vocatur *Syſtema Planetarium*.

Circa hæc ſola fere tota verſatur ars Aſtronomica; de his etiam præcipue acturus ſum in hoc Libro; reliqua Univerſum conſtituentia Corpora nimium a nobis diſtant, ita ut horum Motus, ſi moventur, a nobis obſervari nequeant. Inter hæc nobis ſenſibilia ſunt ſola lucida, & quidem inſigniora tantum, aut quæ a nobis ceteris minus diſtant: etiam illorum, quæ Teleſcopio deteguntur, plurima Oculo inermi viſibilia non ſunt. (1)

DE-

[1] Spatium nullis limitibus definitum, quod cap. 3. horum Elementorum reapſe dari demonſtratum eſt, Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, Bonitatis infinitæ ampliſſimum nobis exhibet theatrum, cum per id tot fulgentia corpora longiſſimis a ſe invicem remota intervallis, definitiſque legibus & periodis agitata, diſſeminari contemplamur.

Eorum alia proprio micant lumine, ſuntque totidem ignis, lucisque perennis fontes, *Stellæ fixæ*, vel *inerrantes* communiter dictæ, ob eundem ſitum quem inter ſe, ad ſenſum ſaltem, ſervant. Hæc inter corpora fulgore & magnitudine ſua omnium maxime Sol excellit, non quod reliquæ fixæ Solis magnitudini & luci multum cedant, cum & eſſe poſſint eo majores fulgentioreſque; ſed quod Terra a reliquis omnibus ſtellis fixis immenſo intervallo abſit, in Solis vero vicinia verſetur, ingens illud magnitudinis apparentis, & lucis diſcrimen oritur. Qui fixam aliquam ex eo intervallo, quo nos Solem, aſpiceret, Solem noſtro per omnia ſimilem intueretur; tum ſi Spectator a noſtro Sole tam remotus, quam nos ab aliqua fixa, Solem aſpiceret, eum dubio procul Stellis annumeraret. Eſt igitur Solis ceterarumque fixarum eadem natura & conditio.

Sed & alia quoque dantur in Cælo, ſeu immenſo ſpatio corpora, diverſæ omnino a fixis naturæ. Hæc etſi, ut illæ, in Cælo fulgent, propria tamen luce id non præſtant; ſed a Sole mutuata, reflexaque inde ad oculos uſque noſtros. Quod ab his emittitur lumen, obſcurius eſt quam pro ratione magnitudinis ſuæ, parum ſcintillans, variis quoque viciſſitudinibus obnoxium; quod argumento eſt id eis nativum non eſſe, ſed a Sole non aliter, ac Terræ lux diurna, communicatum, reflexumque. Sed & in eo hæc corpora a ſtellis fixis diſcriminantur etiam, quod non, quemadmodum illæ, eundem conſtanter ſitum ſervant; ſed cum ab iiſdem fixis nunc recedendo, nunc ad eas accedendo,

va-

Definitio 2.

§. 3. Corpora hæc omnia dicuntur *Stellæ fixæ*.

Fixæ

varie earum reſpectu ſitum mutant ; tum a ſeipſis quoque varie diſcedentes , & quandoque ſubito in contraria converſo motu , quandoque veluti hæſitantes , neque porro , neque retro ſe moventes , irregulariter ferri , & veluti errare videntur . Hinc Planetarum nomen conceſſum eis eſt a Græco πλανῆται , quod *erronem* ſeu *vagabundum* ſignificat ; quod ſervatum deinceps eſt , tametſi temporis progreſſu compertum fuerit illos ipſos putatitios errones certis & immutabilibus coerceri legibus , e quibus multo labore plurium ſæculorum decurſu inveſtigatis, poteſt hodie ſingulorum Planetarum in Cælo locus , eorundemque ad invicem ſitus definiri in futuros non ſolum dies, ſed etiam menſes & annos.

De fixarum numero porro edicendum erit . Ad Planetas quod ſpectat , ab antiquis uſque temporibus Tellus noſtra in eorum cenſu eſt relata , a pluribus ſaltem , inſignioribuſque Philoſophis . Omnium præterea Philoſophorum conſenſu in eodem numero habita eſt Luna, perpetuus Telluris comes , tum Mercurius, Venus , Mars , Juppiter , & Saturnus ; præter quæ ſeptem Planetarum corpora , alia non cognovit antiquitas . Sed cum primum ſæculo decimo ſexto inventi ſunt Tubi Optici , modo recenſitis Planetis & alii additi ſunt , accuratiſſimis præclariſſimorum Aſtronomorum , iiſque ſæpius repetitis, confirmatiſque obſervationibus detecti . Galilæus imprimis quatuor deprehendit ad Jovem ſpectantes Planetas , quem ſcilicet perpetuo ſectarentur , *Jovis Satellites* , vel *Secundarii* , vel *Lunæ* idcirco dicti , quos in honorem Coſmi Medicei Magni Etruriæ Ducis *Medicea Sydera* idem Galilæus cognominavit . Saturnum quoque quinque comitibus Planetis perpetuo ſtipari , ejuſdem Teleſcopii beneficio detectum eſt ; quorum qui ordine quartus , Hugenii obſervationibus debetur , quatuor reliquos Dominicus Caſſini primus detexit : quamvis vel unum , vel plures adhuc latere Saturni comites non ſine ratione ſuſpicatur idem Hugenius . Reliqui tres Planetæ, Mercurius, Venus , Mars ſatellitio deſtituuntur , quantum ſcilicet ex hactenus inſtitutis obſervationibus colligi datur.

Errones itaque , ſeu Planetæ hactenus cogniti ſexdecim ſunt. Horum ſex , ſcilicet Mercurius, Venus , Tellus , Mars , Juppiter , & Saturnus *Primarii* dicuntur , ut a reliquis ſecernantur Planetis , qui Tellurem , Jovem , Saturnum perpetuo comitantes , eorum *Secundarii* & *Satellites* dicuntur . Sexdecim præterea hæc Cæleſtia corpora cum ad Solem pertineant , & referantur , non modo ob Solaris lucis variam , quam ſubeunt actionem , dierum , noctium , tempeſtatumque viciſſitudines inducentem , verum etiam ob centripetam vim , qua ad Solem veluti centrum perpetuo trahuntur , & in orbitis

ſuis

Fixæ vocantur, quia eundem Situm inter ſe ſenſibiliter ſervant; circa hæc peculiaria quædam in ſequentibus memoranda erunt.

§. 4.

ſuis retinentur, invaluit ut horum ſeptemdecim corporum congeries, unius ſcil. Solis, & ſexdecim Planetarum, *Syſtema Planetarium* diceretur.

Sunt vero Stellæ fixæ, uti diximus, totidem Soles noſtro ſimiles, & immenſis intervallis ab invicem diſſiti; quamobrem Divinæ Sapientiæ minime congruum videretur, ſi ejuſmodi innumera lucentia corpora ſolitarie condita, nullaque juxta poſita fuiſſent corpora, quæ horum luce & calore foverentur; nihil enim fruſtra & inutiliter a Deo creatum adfirmari poteſt. Veroſimile idcirco videtur ſingulas ſtellas, inſtar noſtri Solis, ſuo quoque Planetarum comitatu cingi, totidemque inde ſyſtemata dari, Solari noſtro ſimilia, quot ſunt in Cælo fixæ, quarum quævis idem in ſuo ſyſtemate munus obeat, quod in Solari noſtro Sol. Hac certe ratione quam admirabilis & magnifica hinc nobis datur amplitudinis mundanæ idea! fitque mundus ampliſſimum Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, Bonitatis, & Gloriæ infinitæ theatrum; præſertim ſi ſpectaverimus ſingulos Planetas telluris inſtar, viventium, & rationabilium Creaturarum, quod valde eſt veroſimile, ſedem eſſe & habitaculum.

De Planetis ſane noſtrum Solare ſyſtema componentibus, id vix dubitari poſſe videtur, ſi telluris noſtræ & ceterorum Planetarum ſimilitudinem & analogiam animo revolvamus. In naturalium quippe rerum inquiſitione plurimi jure faciunt Philoſophi id argumentum, quod ex analogiis & ſimilitudinibus deducitur, quemadmodum in ſuperioribus auctariis pluries eſt obſervatum. Et quidem ſi diſſecti canis viſcera, cor, pulmones, venas, arterias, ceteraſque partes inſpiciamus, vix dubitabimus conſimilem partium ſtructuram & varietatem in bove, porco, ceteriſque brutis ineſſe. Simili ratione ex tellure Planetarum uno, quem coram adſpicimus, de reliquis, quos nunquam vidimus, recte conjecturam facimus; non enim major inter ea animalia bruta intercedit ſimilitudo, quam noſtram tellurem inter & cetera Planetarum corpora, ſive inter ſe mutuo, ſive relate ad Solem ſyſtematis centrum ſpectentur. Quod vero ad Planetas ſpectat reliquarum fixarum ſyſtemata componentes, ex eorundem ſyſtematum cum noſtro hoc Solari analogia, eandem quoque illorum ac noſtrorum Planetarum rationem eſſe dubitare vix poſſumus: nec quidem alteri uſui tam innumera & ingentia ſyſtemata condita eſſe intelligimus præter eum, ut viventium, & rationalium Creaturarum ſedes innumeræ conſtituerentur; ex quo Dei O. M. Sapientia, Bonitas, Omnipotentia, ceteraque attributa majorem nanciſcuntur lucem & gloriam. Ceterum Planetarum incolas jam agnovere Veteres; & Metrodorus apud Plutarchum (*de plac. Phi-*

§. 4. Quod autem Syſtema Planetarium ſpectat ;
In

Philoſ. c. 5.) affirmat haud minus abſurdum eſſe in infinito ſpatio mundum unicum collocare, quam in ampliſſimo campo unicam ſolummodo ſpeciem naſci, adfirmare. Eandem ſententiam multis rationibus propugnat Cardinalis Cuſanus, Vir gravis, & doctus, quam deinde Neoterici fere omnes adoptarunt, & imprimis R. P. Caſtellus e Societate Jeſu.

Ita vero innumeris conſtitutis Cæleſtium corporum ſyſtematibus, unum modo nobis ſpeciali ratione ſpectandum, de eoque diſquirendum eſt, Solare ſcil., cum id tantum ad nos terricolas, utpote ejus partes pertineat, deque eo tantum obſervationibus, & his innixis theoriis quicquam certi adfirmari, & doceri poteſt. Cetera vero cum immenſum a nobis diſtent, oculorumque aciem, utut opticis inſtrumentis adjutam fugiant, nil certi & explorati unquam de iis definire poterunt homines, niſi conjectura & analogia ex noſtro Solari ſyſtemate derivata.

Noſtrum autem hoc Solare ſyſtema quale ſit, jam Auctori indicatum eſt, fuſiuſque in ſequentibus declaratur. Scilicet Sol in centro ſyſtematis fixus, & immotus jacet; tum circa Solem ſunt planetarum orbitæ, hoc ordine, ſcil. Mercurii, Veneris, & Telluris; huic additur Lunæ via, quippe quæ ſuo motu tellurem perpetuo comitatur, & cingit; ſequuntur Martis, Jovis, ac Saturni orbitæ ampliori ſemita Solem cingentes. Cum porro detecti fuiſſent quatuor Jovis, & quinque Saturni ſatellites, horum quoque ratio habita eſt a recentioribus hujus ſyſtematis patronis, additis ſcil. Jovi & Saturno ſuorum ſecundariorum orbitis, quas ſecum in motu ſuo circa Solem ferrent, quemadmodum Tellus in ſuo circa Solem motu, Lunam, ejuſque orbitam ſecum vehit. Porro ad immenſam; & non infinitam modo ab his Planetis diſtantiam collocantur ſtellæ fixæ, quas nonnulli in eadem ſphærica ſuperficie, & in eadem a Sole diſtantia poſitas autumarunt, cum aliis e contrario nullo ordine in immenſo infinito ſpatio ubique eas ſparſas eſſe probabilius viſum fuerit.

Copernicanum hoc ſyſtema communiter appellatur, quod ſcilicet Nicolaus Copernicus ex vetuſtiſſima Pythagoreorum, aliorumque veterum Philoſophantium ſententia in lucem revocaverit, idque 30 annorum labore, & ſtudio illuſtraverit, perfecerit. Illud deinde Neoterici fere omnes amplexi ſunt, imprimis Galilæus, Gaſſendus, Newtonus; qui poſtremus per ſummam in Geometria peritiam, maximamque in obſervationibus comparandis diligentiam, adeo novis legibus auxit, perfecit, ut nil accuratius, nil ſimplicius excogitari poſſe videatur, nilque demum quod majorem præclariſſimorum Virorum adprobationem, commendationemque nactum fuerit.

Sed duo alia breviter indicanda hic ſunt Mundi ſyſtemata, Ptolemaicum ſcilicet, & Tychonicum in Scholis maxime celebrata. Primum antiquiſſimum eſt Ariſtoteli imprimis, & univerſæ ejus Scholæ decama-

tum.

Digitized by Google

tum , quod porro Ptolemaicum dictum eſt a Claudio Ptolemæo, qui ſecundo Chriſti ſæculo id maxime illuſtravit , & auxit.

In hoc ſyſtemate Tellus noſtra in Vniverſi centro fixa & immobilis jacet ; reliqua vero Cæleſtia corpora circa illam veluti centrum ſtatis temporibus circumferri ponuntur . Et imprimis quidem Luna ceterorum Planetarum telluri proxima : hanc ſubſequuntur Mercurius , & Venus , deinde Sol , tum Mars , Juppiter , & Saturnus : ſuccedit porro Firmamentum , ſeu ſphæra ſtellarum fixarum . Sphæris ſolidis ſingula hæc corpora infixa eſſe , & cum iis moveri ponuntur, atque adeo octo ejuſmodi ſphæræ ſtatuuntur ; ſeptem ſcil. pro recenſitis corporibus, Luna , Mercurio , Venere , Marte , Jove , Saturno , & octava Telluri concentrica, ſtellarum fixarum . His octo tres aliæ ſuperiores ſphæræ additæ ſunt ; duæ *Cryſtallinæ* vocatæ, quibus hujus ſyſtematis patroni explicant , neſcio quem , *trepidationis* , aut *librationis* motum, quem in ſtellis fixis ſe deprehendiſſe exiſtimabant ; & tertia ſphærarum ultima Vniverſum ambiens, & *Primum Mobile* vocata , cujus ſcilicet diurna vertigine ceteræ inferiores ſphæræ ab Ortu in Occaſum 24 horarum intervallo convertuntur . Atque hæc eſt Ptolemaici ſyſtematis ſumma ; ſingula enim , quæ ut Cæleſtibus phænomenis ſatisfiat, commenta , additaque porro in eo ſunt , minutatim exponere , nec vacat , nec utile eſt ; præſertim cum adeo ſint inconcinna , adeo obviis obſervationibus , clariſſimiſque argumentis repugnantia , ut conclamatum modum ubique illud ſit ſyſtema , ipſeque Alphonſus Caſtellæ , & Legionis Rex reapſe mundum ita operoſe diſpoſitum reputans , uti ex Ptolemæi libris hauſerat , temperare haud ſe potuerit , quominus audacter, dementiſſimeque adfirmaret , ſe melioris ſimplicioriſque Mundanæ ſtructuræ Deo Auctorem futurum fuiſſe , ſi eidem in Mundi conditu adfuiſſet .

Alterum Mundi ſyſtema dicitur Tychonicum a Tychone Braheo nobili Dano , celeberrimoque Aſtronomo efformatum, atque ex Ptolemaico, & Copernicano ſimul congeſtum . Terram is conſtituit cum Ptolemaicis in ſyſtematis centro , omnino immobilem ; circa hanc ad modicam diſtantiam revolvi Lunam , & ad multo majorem Solem ; ad omnium maximam vero circa eandem terram inerrantia ſydera , ſeu firmamentum converti ; etſi porro aliis ex hoc Philoſophorum grege fixas in locis ſuis immobiles hærere poſitum ſit , ſubſtituta pro earum motu , quem adparentem tantum eſſe contendunt , telluris revolutione circa ſuum axem ab Occaſu in Ortum viginti quatuor horarum intervallo , uti in Copernicano . Præterea circa Solem , tanquam Satellites reliqui Planetæ moveri ponuntur , hoc ordine , Mercurius, Venus , Mars , Juppiter cum ſuis quatuor ſatellitibus , denique Saturnus cum quinque ſuis ſecundariis.

Quibus Copernicanum ſyſtema, ut Sacræ Scripturæ & Sanctis Patribus parum conſonum, rejicitur ; ſyſtema vero Ptolemai-

ſunt ſphærica (1). Vnicum proprio Lumine lucet; reliqua ſunt opaca, & mutuato Lumine viſibilia ſunt. Sol eſt Corpus illud lucidum, & omnium in Syſtemate Planetario longe maximum; in hujus medio quieſcit, ſaltem exiguo Motu tantum agitatur.

De-

maicum, ut ſatis operoſum, & inconcinnum, innumeriſque ſcatens difficultatibus improbatur, hoc Tychonicum in deliciis eſt; in eoque contendunt ejus Patroni nullo negotio univerſa Cælorum phænomena explicari, niſique contineri naturæ legibus diſſonum. Ceterum Auctor noſter Copernicano adhæret, cujus partes ſingulas in ſequentibus fuſius exponit, quatenus tamen novis recentiorum Aſtronomorum, & Cl: Newtoni potiſſimum obſervationibus, conatibuſque id actum perfectumque eſt. Sed quemadmodum Scripturæ auctoritas nos vetat, quominus id, ut verum Mundi ſyſtema habeamus, libenter tamen ut reliquorum ſimpliciſſimum, elegantiſſimum, nulliſque difficultatibus obnoxium agnoſcimus; idque propterea in Cæleſtium phænomenorum explicatione, ut hypotheſis ſaltem, adhiberi poſſe, quemadmodum Cardinalium fidei Inquiſitorum decreto anno 1620 lato licitum eſt.

[1] Sunt ſphærica, vel ſphæroidea, quemadmodum c. XVIII. hujus tractatus demonſtrat Auctor, elevatis ſcilicet partibus verſus Æquatorem, & depreſſis tantiſper polaribus, ob motum circa proprium axem, ſecundum Cl: Newtoni ratiocinia, quemadmodum in Tellure noſtra obtinere recentiores Gallorum obſervationes probant. At Planetarum ſphæricam, vel ſphæroideam figuram non geometricam & accuratam, ſed imperfectam, & ad ſenſum tantum intelligimus. Quemadmodum enim in Telluris ſuperficie aliqua reapſa datur montium & Vallium inæqualitas, utut perexigua, ſi cum tellure integra conſeratur; ita probabile eſt reliquorum quoque Planetarum ſuperficies variis inæqualitatibus, noſtros montes & valles referentibus, obſitas eſſe. De Lunæ aſperata & inæquali ſuperficie ambigit nemo, poſtquam tubo Optico obſervatum eſt eam creſcentem, vel decreſcentem in tenebroſa facie puncta aliqua exhibere Solis luce illuſtrata, eaque non multum a lucis confinio remota: ea quippe puncta præaltorum montium cuſpides ſunt, quæ ob majorem, quam habent præ reliquis vicinis locis, altitudinem, citius a Sole illuſtrantur, ſeriuſque ab ejus lumine ſubducuntur. Multæ quoque nigrigantes maculæ in parte illuminata conſpiciuntur, quæ aliud nil ſunt præter ingentes cavernas, quas cum oblique Sol irradiat, ſua luce earum tantum externum limbum attingit, profundiores partes obſcuras relinquens; & aſcendente porro Sole uſque ad earum cavitatum verticale punctum, earundem umbræ magis magiſque ſe comprimunt, brevioreſque evadunt, donec penitus evaneſcant.

Definitio 3.

§. 5. Reliqua ſexdecim vocantur *Planetæ*.

Hic in duas claſſes dividuntur; ſex dicuntur Planetæ primarii; decem vocantur Planetæ ſecundarii. Quando de Planetis, nulla adjecta diſtinctione, loquimur, primarios intelligimus. Primarii Planetæ Motibus ſuis Solem cingunt, & ad diverſas ab hoc Diſtantias, in Curvis in ſe redeuntibus, feruntur. Planeta ſecundarius circa Primarium revolvitur, & hunc in Motu ſuo circa Solem comitatur.

§. *6*. Planetæ in Motibus ſuis Lineas Ellipticas, a Circulis non admodum differentes, deſcribunt (1). Et ſingulæ Lineæ hæ fixæ ſunt, ſaltem, niſi poſt longum Tempus, exigua in ſitu mutatio obſervatur.

Ita ſingulorum Planetarum primariorum Orbitæ diſponuntur, ut Focorum alter cadat in Centro Solis; ſi Ellipſis A B *a b* repræſentet Orbitam Planetæ, Centrum Solis eſt F.

De.

[1] Ante Keplerum communis Aſtronomorum opinio fuit, Planetas ſingulos totidem circulos æquabili motu circa Solem deſcribere, quem extra eorundem circulorum centrum in determinata ab eo diſtantia ſtatuebant. At Magnus Keplerus Tichonis Brahei obſervationibus innixus extra omnem dubitationis aleam poſuit figuram Orbitæ Planetariæ eſſe Ellipſim Apollonianam, motumque Planetæ in hæc curva non æquabiliter fieri, ſed pro ſua majori vel minori a Sole diſtantia, intendi, & remitti. Sententiam hanc Newtonus, ceterique porro Aſtronomi tenuere, quod repetitis obſervationibus eam ſatis confirmari, calculoque adhibitam Planetarum motui accurate reſpondere deprehenderint. Novam nihilominus curvam imaginatus eſt Dominicus Caſſini, quam ſingulis Planetæ in ſuis circa Solem revolutionibus deſcriberent. Scilicet cum in Ellipſi Apolloniana (*Tab. 2. Aſtron. Fig. 1.*) ſumma rectarum F B, *f* B ex focis F, *f* inclinatarum ad quodvis curvæ punctum B, axem majorem A *a* adæquet; Caſſini curva ejuſmodi habet puncta F, *f*, ut ex his inclinatarum F B, *f* B ad quodvis curvæ punctum B, rectangulum, conſtans ſit ſemper, & ejusdem ubique magnitudinis, ubicunque punctum B ſumatur. Verum nova hæc Caſſini hypotheſis nullos nacta eſt ſectatores, & quod minus accurata viſa ſit, & quod minus operoſe in altera hypotheſi curvæ Ellipticæ, Cæleſtium motuum theoria deducatur.

Digitized by Google

DEFINITIO 4.

§. 7. Diſtantia inter Centrum Solis & Centrum Orbitæ, vocatur Planetæ Excentricitas: ut F C.

§. 8. In ſingulis Revolutionibus Planeta ſemel ad Solem accedit, & ſemel ab hoc recedit; daturque ad diſtantiam omnium maximam in extremitate *a* Axeos majores Orbitæ; & ad diſtantiam omnium minimam in extremitate oppoſita A.

DEFINITIO 5.

§. 9. Diſtantia Planetæ a Sole vocatur Media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt.

Ad hanc datur Planeta in extremitatibus B, *b*, Axeos minoris; eſtque tum ejus diſtantia æqualis F B, vel *f* B, ideſt ſemiaxi majori A C; & eſt media arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole diſtantiam.

DEFINITIO 6.

§ 10. Punctum Orbitæ, in quo Planeta a Sole maxime diſtat, vocatur *Aphelium*: Vt *a*.

DEFINITIO 7.

§. 11. Punctum Orbitæ, in quo Planeta minime a Sole diſtat, vocatur *Perihelium*. Vt A.

DEFINITIO 8.

§. 12. Nomine communi Puncta hæc vocantur *Auges*, ſeu *Apſides*. Punctum quidem A *ima apſis*, Punctum *a ſumma apſis*.

DEFINITIO 9.

§. 13 Linea, quæ Apſides conjungit, id eſt Axis major Orbitæ, vocatur *Linea Apſidum*.

§. 14. Orbita unaquæque in Plano datur, quod per Centrum Solis tranſit.

DEFINITIO 10.

§. 15. Planum Orbitæ Telluris vocatur *Planum Eclipti-*

Eclipticæ. Hoc quaquaverſum continuatum concipitur; & ad ſitum Planorum reliquarum Orbitarum, reſpectu hujus, attendunt Aſtronomi.

DEFINITIO 11.

§. 16. Puncta in quibus Orbitæ ſecant Planum Eclipticæ, vocantur *Nodi*.

DEFINITIO 12.

§. 17. Linea, quæ jungit Orbitæ cujuſcumque Nodos, id eſt, communis Sectio Plani Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur *Linea Nodorum*.

§. 18. Planeta non æquali celeritate in omnibus Punctis Orbitæ ſuæ fertur. Quo minus a Sole diſtat, eo celerius movetur; & tempora, in quibus Arcus varii Orbitæ percurruntur, ſunt inter ſe ut Areæ, lineis ad centrum Solis ductis, determinatæ. Arcus A B & D *d* percurruntur in temporibus, quæ ſunt inter ſe, ut Areæ Triangulorum mixtorum A F B, D F *d*. (1)

Tab. 2. Fig. 1.

§. 19.

(1) Planeta ſcilicet in Ellipſeos perimetro fertur, non quidem æquabili motu, ſed ea ratione, ut radius a centro Solis ad Planetam ductus, & angulari motu latus aream Ellipticam deſcribat tempori proportionalem; veluti ſi Planeta ex A data temporis particula perveniat ad C radio ſuo aream A F G deſcribens, tum cum eſt in *a* moveatur uſque ad *d*, ſitque modo deſcripta area *a* F *d* areæ A F G æqualis, arcus A G, *a d* æqualibus temporibus percurrentur; hi, ut patet, ſunt inæquales, & major A G verſus Perihelium; minor *a d* verſus Aphelium; moveturque adeo Planeta majori velocitate in Perihelio, quam in Aphelio. Initio motus arcus æquali tempore deſcripti ſunt in reciproca diſtantiarum a Sole diſtantia; quæ enim tum areæ peragrantur, ſpectari poſſunt veluti duo æqualia triangula rectangula, quorum baſes ſunt arcus deſcripti, qui propterea, ut ex Elementis Euclidis colligitur, ſunt inter ſe reciproce, ut eorundem triangulorum altitudines, ſeu reciproce, ut diſtantiæ a Sole. Quod ſi area A F G dupla vel tripla fuerit areæ *a* F *d*, vel aliam quamvis habuerit rationem, in hac eadem erunt tempora, quibus arcus A G, *a d* deſcribuntur. Sagaciſſimo Keplero hæc motus lex deprehenſa primum eſt, obſervationibuſque poſteriorum quoque Aſtronomorum confirmata, cui ceteri fere omnes ſubſcripſere, cum alia nulla ſit,

quæ

§. 19. Omnes Planetæ eandem partem verſus feruntur. Horum motus in Orbitis ſuis eſt contrarius Motui, quem quotidie in omnibus Corporibus cæleſtibus obſervamus, ſcil. ab ortu in occaſum,

b 2 quo

quæ accuratius phænomenis ſatisfaciat. Eaque locum habet nedum in motibus Planetarum primariorum circa Solem, ſed ſecundariorum quoque motus reſpicit circa ſuos primarios, veluti Lunæ circa Terram, Jovialium Planetarum circa Jovem, & Saturniorum circa Saturnum.

Hac poſita motus Planetarum lege determinari poteſt Planetæ locus ad datum tempus, ex quo ſcil. Aphelium reliquit, quod ex præcipuis eſt Aſtronomiæ problema. Nempe ita dividatur area Elliptica recta $F d$, ut fiat integrum Planetæ tempus periodicum, ſeu tempus, quod in integra ſua revolutione inſumit, ad tempus datum, ita totius Ellipſeos area ad aream $F a d$; & erit d locus Planetæ quæſitus. Qua vero ratione ita ſecari poſſit area Elliptica tradiderunt Geometræ, de qua modo non diſquirimus.

Celeberrimi Aſtronomi Iſmael Bulialdus, Sethus Wardus, Comes Paganus paullulum Keplerianam motus Planetarum legem immutarunt. Cum Keplero ſiquidem ii poſuerunt in orbitis Ellipticis Planetas circa Solem moveri, in alterutro focorum poſitum; ſed arearum circa eundem Solem deſcriptionem, quæ temporibus ſint proportionales, improbarunt, malueruntque ita quemvis Planetarum circa Solem in umbilico uno conſtitutum moveri, ut radio ducto ad umbilicum alterum areas deſcriberet temporibus proportionales. Ejuſmodi excogitatum, utut parum rei naturæ & obſervationibus conſonum, in Aſtronomia ſuum vindicat locum, quod parum a Kepleriana arearum æquabili deſcriptione abludat, Planetarumque orbitæ non ſint admodum excentricæ, & ad circulum maxime accedant; hinc in ea hypotheſi determinari quoque poſſunt quam proxime Planetarum loca, quæ repetitis calculis ſemper poterunt ad accuratiores menſuras revocari. Communiter tamen Aſtronomi theoriam Keplerianam ad unguem cum cælo conſentientem in computo uſurpant.

Cum Planetarum motus æquabilis non ſit, uti vidimus, ſuborta eſt *velocitatis mediæ* conſideratio, cujus nomine ejuſmodi velocitatem intelligunt Aſtronomi, qua ſi Planeta ſemper æquabili motu progrederetur, eodem temporis intervallo orbitam deſcriberet, quo reapſe motu variabili deſcribit. Et quemadmodum quivis Planeta bis in ſingulis revolutionibus mediam ſuam diſtantiam attingit, ita bis etiam cum media velocitate incedit; ſemel ſcilicet cum ab apſide ſumma ad imam deſcendit, iterumque cum ab ima ad ſummam regreditur. Orbitæ vero locum, præciſe ubi Planeta media velocitate movetur, geometrice Aſtronomi definiunt, de quo non eſt hic diſquirendi locus.

Digitized by Google

quo in uno die circa Tellurem circumferri videntur, de quo in ſequentibus.

DEFINITIO 13.

§. 20. Motus, qualis eſt Planetarum in Orbitis, dicitur *in conſequentia*, & *Directus*.

DEFINITIO 14.

§. 21. Motus contrarius *in antecedentia* vocatur; aliquando etiam *Retrogradus*.

§. 22. Quo a Sole magis removentur Planetæ, eo in Orbitis lentius feruntur: ita ut Tempora periodica magis diſtantium majora ſint, & ex majori Orbita percurſa, & ex lentiori Motu. Confer ea, quæ ſuperiori adnotatione ad §. 18. dicta ſunt.

DEFINITIO 15.

§. 23. *Axis Planetæ* dicitur Linea, quæ per Centrum Planetæ tranſit, & circa quam hicce rotatur.

§. 24. *Planetæ*, ſaltem plerique, *&* *Sol ipſe*, *circa Axes revolvuntur*: duo dantur, circa quos, hujus reſpectu, Obſervationes inſtituere non licuit, qui hoc Motu probabiliter non deſtituuntur. Motus hic conſpirat cum Motu Planetarum in Orbitis, id eſt, eſt *in conſequentia* (1). Axes ipſi Motu parallelo ferun-

(1) Solis ſuperficiem maculis quibuſdam majori vel minori ejus parte identidem obtegi, quæ deinde augeantur, vel minuantur & diſſipentur, omnium primus Teleſcopii beneficio detexit Galilæus Galilæi, quas poſtea accuratius obſervavit Scheinerus, qui magnum de iis edidit volumen. Quæ ſit earum origo non facile poteſt definiri ob incompertam Solis naturam: probabile tamen eſt ejus corpus metalli liquefacti inſtar ſcorias quaſdam quandoque egerere, quæ ſub macularum ſpecie nobis exhibentur. Macularum magnitudo varia eſt, earumque nonnullæ aliquando videntur, quæ non tantum Aſiam, aut Africam, ſed totius telluris ſuperficiem latitudine ſuperant. Fieri poteſt, ut tanta ſit ejuſmodi macularum eodem tempore productarum copia, & vis, ut inter ſe coagmentatæ totum fere Solis globum tegant; quæ cauſa fuiſſe videtur, quare Sol quandoque, uti narrant Hiſtorici, per integrum annum ſubpallidus viſus fuerit, caloremque debilem emiſerit. Cumque ſimilis ſit Solis, & ceterarum fixa-

runtur, ita ut ſingula Axeos Planetæ Puncta Lineas æquales, & ſimiles, deſcribant (1).

fixarum conditio & natura, a ſimili cauſa ortum fuiſſe facile intelligimus, quod interdum ſtellæ aliquæ novæ veteribus ignotæ, fuerint animadverſæ, aut ſi nonnullæ ſtellæ veteribus obſervatæ, nunc fruſtra quærantur in Cælo.

Ex harum macularum Solarium obſervato motu, collegerunt Aſtronomi, Solem circa ſeipſum rotari ſpatio dierum fermè vigintiſex. Hæ enim maculæ ab Orientali Solis margine verſus medium progredi videntur, deinde ulterius provectæ, in oppoſito Occidentali margine occultantur; quæ poſtquam in adverſa Solis parte, per dies circiter tredecim delituerunt, in Orientali margine rurſus apparent, integramque adeo revolutionem viginti ſex vel 27 dierum intervallo conficiunt. Ex eodem præterea macularum motu, collegerunt Aſtronomi, Solaris revolutionis axem neque perpendicularem eſſe ad Eclipticæ planum, neque cum eo congruere, ſed ad idem inclinari ſub angulo 87 graduum ex una parte, 93 ex altera.

Quod ſi fulgentiſſimum Solare corpus obſcuris maculis fœdatur, quis dubitabit Planetarum opaca corpora nævis carere, ſeu maculis, quibus eorum facies aſpergantur? Lunæ quidem maculæ adeo ſunt manifeſtæ, ut oculis ipſis conſpiciantur; Teleſcopii vero beneficio in Jove, Marte, & Venere, maculæ cuivis in conſpectum veniunt. Ex harum macularum obſervato motu, innotuit Aſtronomis eos Planetas, circa ſuos axes rotari, ſimili ſcilicet ratione, qua Solarem vertiginem collegerunt. Hinc etiam innotuit eorumdem revolutionis periodus, & quæ axium ad planum Eclipticæ ſit inclinatio; quæ Auctor noſter in ſequentibus definit.

Mercurium & Saturnum circa ſuos axes revolvi, obſervationibus nondum compertum eſt. Mercurius ſiquidem tam Soli propinquus eſt, tantaque luce nobis ſe ſpectandum præbet, ut obſervationes non admittat, quibus ejus maculæ dignoſcantur, quibuſque ejuſdem circa ſuum axem motus deprehendatur. Saturnus vero ob maximam a nobis præ reliquis Planetis diſtantiam, earumdem macularum aſpectum ex oculis noſtris ſubripit. Veroſimile nihilominus eſt, Mercurium & Saturnum, reliquorum Planetarum inſtar circa axes ſuos quoque revolvi; in ejuſmodi enim rerum naturalium diſquiſitione plurium valere ex ſimilitudine, & ex rebus viſis ad non viſas petitum argumentum, jam dictum ratumque eſt.

(1) Hoc eſt, ſi ducatur linea quævis axi Planetæ parallela in quocumque ejus orbitæ ſitu, eidem parallela ſemper manebit in omnibus aliis orbitæ punctis, in quibus fuerit Planeta; qui idcirco axis, verſus eamdem Cæli plagam perpetuo dirigetur. Si Planetæ non alius motus, præ-

Definitio 16.

§. 25. Axeos extremitates dicuntur Planetæ *Poli*.

§. 26. Planetarum a Sole Diſtantias ſatis accurate inter ſe conferunt Aſtronomi: ita ut totius Syſtematis ideam habeamus. Orbium Dimenſiones in hoc Schemate repræſentantur, in quo Puncta N, N, ſingulorum Orbium Nodos deſignant. Nondum tamen hujus Syſtematis Dimenſiones, cum ulla Menſura nobis nota in Superficie Telluris, conferre poſſumus; obſervationes enim, circa talem collationem inſtitutas, erroris expertes eſſe, Aſtronomus non aſſeret.

Tab. 1. Fig. 1.

§. 27. Vt autem variæ Syſtematis partes inter ſe conferantur, ponimus mediam Telluris a Sole Diſtantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in menſurandis reliquis Dimenſionibus, adhibentur.

Sol in medio Syſtematis, ut ante dictum, exiguo motu agitatur, circa Axem revolvitur in Tempore $25\frac{1}{2}$ dierum: & Axis ad Planum Eclipticæ inclinantur, efficiens Angulum 87 gr. 30'.

Planetarum omnium minime a Sole diſtat Mercurius ☿. Hujus Diſtantia media a Sole eſt 387: Excentricitas eſt 80.: Inclinatio Orbitæ, id eſt, Angulus, quem Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ efficit, eſt 6. gr. 52': In tempore 87 dierum, 23 horar. 15', 38'' Revolutionem circa Solem peragit.

Inſequitur Venus ♀; cujus Diſtantia media a Sole eſt 723: Excentricitas 5: Inclinatio Orbitæ 3 gr. 23': Tempus periodicum 224. dier., 14. hor. 48'. 20'': Circa Axem rotatur in Tempore 24. dier. & 8

præter progreſſivum in orbita ſua concedatur, facile intelligitur ſingulas ejus diametros parallelas ſibi manere ſemper, cum Planeta in orbita circumfertur. Quod ſi modo circa unum ex his diametris (quæ idcirco nunc ſit axis) motum Planetæ imprimi ponamus, reliquæ quidem diametri, præter axem, ſitus ſuos indeſinenter mutabunt; ſed axis per eam rotationem e ſtatu priori non turbatur, adeoque parallelus, ut prius, ſibi ſemper manebit.

& 8 hor. Axis cum Plano Eclipticæ efficit Ang. 15, aut 20. gr.

Planeta tertius ordine a Sole, eſt Tellus noſtra ♁. Hujus Diſtantia media a Sole eſt 1000: Excentricitas 16, aut 17 quam proxime. In ipſo Plano Eclipticæ movetur. Tempus periodicum, aut Annus periodicus eſt 365 dier., 6 Hor. 9′ 14″; ſuperat hic Annum tropicum cap. 9. exponendum 20′, 17″: Circa Axem in Tempore 23 Hor., 56′ 4″ revolvitur: Axis cum Plano Eclipticæ efficit Angulum 66 Gr. 31′.

Mars ♂ a Sole in media Diſtantia removetur 1524: Excentricitas eſt 141: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 52′: Tempus periodicum 686 Dier., 22. Hor. 29″: Circa Axem Revolutionem peragit in 24 Hor. 40′.

Jupiter ♃ Planetarum maximus, a Sole diſtat media Remotione 5201: Excentricitas 250: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 20′: Tempus periodicum 4332 Dier., 12 Hor. 20′. 9″: Circa Axem revolvitur in 9 Hor. 56′.

Saturni ♄ Planetarum remotiſſimi a Sole Diſtantia media eſt 9538: Excentricitas 547: Orbitæ Inclinatio 2 Gr. 30′: Tempus periodicum 10759 Dier., 6 Hor. 36′. Hic Annulo circumdatur, qui Planetam non tangit, & hunc nunquam deſerit: niſi adhibito Teleſcopio viſibilis non eſt. (1)

(1) Saturnus Planetarum poſtremus tot variis admirandiſque formis, Aſtronomis Teleſcopio ſpectantibus conſpiciendum ſe præbuit, ut hi tantæ varietatis cauſæ maxime ſolliciti, eam tandem detexerint. Hugenius exquiſitioribus Teleſcopiis, quam antea uſi fuerant Aſtronomi, Saturnum adgreſſus, tres potiſſimum phaſes in eo detexit (videſis ejus ſyſtema Saturninum). Imprimis anno 1650, a die 16 Januarii, uſque ad 17 Junii Saturnum conſpexit *rotundum*, ſed qui tranſverſa linea ceteris diſci partibus paulo obſcuriore per medium diſcum divideretur. Eodem anno die 13 Octobris, illum vidit *brachiatum*, inſtructum nempe duobus brachiis, recta utrinque extenſis, prope limbum Saturni latioribus, & minus intenſa luce, quam verſus extremas cuſpides lucentibus, faſcia obſcuriore paulo infra brachiorum lineam comparente. Tandem anno 1657 die 17 Decembris, *anſatum* vidit, brachia prope diſcum adaperta, ac bifida habentem, linea obſcura verſus interiora ulterius promota;

quas

§. 28. Data Diſtantia media, addendo Excentricitatem, detegitur maxima Diſtantia; ſubtracta vero Excentricitate ex media Diſtantia, determinatur Diſtantia minima. (1)

§. 29.

quas anxas latius adhuc patentes a die 10 Novembris Ann. 1658 uſque ad 26. Martii Anni 1659 omnium diſtinctiſſime conſpexit, intra quas etiam & fixas intuebatur. Ante Hugenium alia plura obſervationum veluti monſtra de Saturno referebantur, veluti quæ habet Hevelius in opuſculo, *de Saturni nativa facie*; ſed ea oſtendit Hugenius tuborum imperfectioni deberi. Tandem ex obſervationibus ſuis collegit Vir Clariſſimus, Saturnum cingi annulo tenui, plano, ab ejus corpore diſtante, fornicis inſtar, ad Eclipticam inclinato. Annuli hujus diameter pluſquam dupla eſt diametri Saturni; tanta eſt ejus latitudo, ut pars circiter media ſpatii ab extima ejus ſuperficie, ad Saturnum uſque ab annuli corpore occupetur, reliquo ſpatio vacuo manente. Atque hinc phaſium omnium & phænomenorum, quæ in Saturno obſervabantur, rationem facile derivavit Vir Cl. Oſtenderuntque porro Caſſinus, Maraldus in Monumentis Reg. Scientiarum Pariſienſis Academ. Ann. 1715, 1716, Saturni phaſes tales reapſe ſe habere, quales ex ſua Theoria prædixerat Hugenius.

Materiam hujus annuli eandem eſſe, ac quæ Cometarum caudas componit, conjicit Cl: Maupertuiſius. Ea ſcilicet caudarum materia, Cometa prope Saturnum tranſeunte, majori ipſius Saturni attractioni cedens, ibidem ad annulum efformandum ſiſtitur, duplici ſcilicet donata vi, projectionis una ex Cometæ corpore, & altera centripeta verſus Saturnum. Ad hunc vero potius, quam ad reliquos Planetas ea attrahitur Cometarum materia, quod in majore a Sole diſtantia, adeoque lentiori motu, in Saturni vicinia tum verſentur Cometæ, vireſque adeo Saturni attractrices diuturniores ſubeunt; quæ & efficaciores quoque redduntur, non modo ob ingens ipſius Saturni corpus, ſed & ob quinque Satellitum, quibus perpetuo ſtipatur, conſpirantes attractrices vires. Videſis Maupertuiſii *diſcours ſur les differentes Figures des Aſtres c.* 8. Verum hæc mera eſt conjectura non levibus obnoxia difficultatibus. Cur enim, ſi in ceteris Planetis Satellitio deſtitutis, in Jove ſaltem quid ſimile non obſervatur? Tum & is annulus frequentibus mutationibus obnoxius eſſe deberet, vel alii de novo ſimiles annuli circa Saturnum efformari ad ſingulorum Cometarum acceſſus, ob eandem rationem, qua primum ex Cometarum caudis, hic qui conſpicitur, efformatus fingitur. De obſcuriſſima ergo re nil definiamus, divinamque potius Majeſtatem, Sapientiam, & Potentiam ſuſpiciamus.

(1) Pendet id ex notiſſima Ellipſis proprietate, ſumma ſcil.

§. 29. Tres Planetæ, Mars, Jupiter, & Saturnus, qui ultra Tellurem a Sole removentur, dicuntur *ſuperiores*. *Inferiores* Planetæ vocantur Venus, & Mercurius.

§. 30. Inter primarios Planetas tres ſecundariis ſtipantur. Circa Saturnum quinque Planetæ, Satellites dicti, moventur: Circa Jovem quatuor: Circa Tellurem unus, Luna nempe. Planetæ ſecundarii, Luna excepta, nudis Oculis non deteguntur.

§. 31. Satellites circa Primarios deſcribunt Areas, Lineis ad Centra Primariorum ductis, Temporibus proportionales; ut reſpectu Centri Solis de Primariis dictum.

§. 32. Luna circa Tellurem in Ellipſi movetur, cujus Focorum alterum occupat Telluris Centrum, a quo Lunæ Diſtantia media eſt Semi-diametrorum Telluris $60\frac{1}{2}$. Excentricitas mutationi obnoxia eſt, media eſt Semi-diametrorum $3\frac{1}{3}$. Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ, efficit Angulum circiter 5 Gr.; ſed non conſtans eſt hæc Inclinatio.

§. 33. In Motu Lunæ circa Tellurem, non Motu parallelo feruntur, neque Linea Apſidum, neque Linea Nodorum; ſed hæc in antecedentia, illa in conſequentia fertur: prima in 9 circiter annis revolutionem peragit; ſecunda in 19 circiter annis. Lunæ Tempus periodicum circa Tellurem eſt 27 Dierum, & 7 Hor. 43'. circiter; & exactiſſime in eodem Tempore circa Axem rotatur.

§. 34. Planetarum circumjovialium primus, ſeu inti- Tab. 1. Fig. 2.

ſcil. rectarum, quæ ex quovis puncto ad focos inclinantur, axi majori æqualem eſſe. Sunt autem ex puncto *Fig.* 1. *Tab.* 2. *Aſtronom.* B mediam Planetæ diſtantiam notante, ductæ rectæ BF, B*f* ad focos F, *f*, inter ſe æquales; æquales item ſunt AC, *a*C: ergo exiſtente ſumma priorum æquali poſteriorum ſummæ, erit FB æqualis AC vel *a*C; atque idcirco ſi diſtantiæ mediæ FB, vel *a*C addatur excentricitas FC, erit ſumma æqualis F*a*, ſeu maximæ diſtantiæ; contra ſi ab AC excentricitatem FC demas, reliqua AF erit æqualis minimæ diſtantiæ.

intimus, a Jovis centro diſtat Diametros Jovis $2\frac{5}{6}$: circa Jovem circumvolvitur in uno Die, 18 Hor. 27'. 34".

Secundi Diſtantia eſt Diametrorum Jovis $4\frac{1}{2}$: Tempus periodicum 3 Dier., 13 Hor. 13'. 42".

Tertii Diſtantia eſt $7\frac{1}{6}$ Diam.: Tempus periodicum 7 Dier., 3 Hor. 42'. 36".

Quartus diſtat $12\frac{2}{3}$ Diam.: Revolvitur in Tempore 16 Dier., 16 Hor. 32'. 9".

Tab. 1. Fig. 3. §. 35. Primus ſeu intimus Saturni Satelles, a centro Saturni diſtat $\frac{39}{40}$ Diam. Annuli: Tempus periodicum 1 Diei, 21 Hor. 18'. 27".

Secundi Diſtantia eſt Diam. Ann. $1\frac{1}{4}$: Tempus periodicum 2 Dier., 17 Hor, 41'. 22".

Tertii Diſtantia eſt $1\frac{3}{4}$ Diam. Ann.: Tempus periodicum 4 Dier., 12 Hor. 25'. 12".

Quarti Diſtantia 4 Diam. Ann.: Tempus periodicum 15 Dier., 22 Hor. 41'. 14".

Quinti diſtantia 12 Diam. Ann.: Tempus periodicum 79 Dier., 7 Hor. 48'. 00".

De Motu horum, ut & Jovalium Satellitum, circa Axes, nil certi huc uſque ex Obſervationibus Aſtronomicis determinari poteſt.

§. 36. Si ad Diſtantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc Regulam in noſtro Syſtemate, ubicunque plurima corpora circa idem Punctum revolvuntur, id eſt, circa Solem, Saturnum, & Jovem, obtinere videmus: *Quadrata Temporum periodicorum eſſe inter ſe, ut Cubi Diſtantiarum mediarum a Centro*.

Tab. 1. Fig. 4. §. 37. Dimenſionum ipſorum corporum in noſtro Syſtemate, ideam damus in Fig. 4., in qua omnes Planetæ primarii, ut & Saturni Annulus, ſe-

ſecundum dimenſiones ſuas, delineantur. Sol, cujus magnitudo omnes alias excedit, repreſentatur Circulo maximo Fig. 1., id eſt, Figuram terminante. Hæ Dimenſiones ſatis exactæ Proportiones Corporum inter ſe exhibent, ſi Tellurem excipiamus, quæ, ex ratione jam tradita, cum ceteris Corporibus ita conferri non poteſt, ut de errore dubium nullum ſuperſit.

§. 38. Menſuratur tamen Telluris Diameter, & eſt 3389940 Perticarum, quarum ſingulæ continent 12 Pedes Rhenolandicos; ſed licet inter ſe, & cum Solis Diametro, conferantur ceterorum Planetarum Diametri, quot Pedes hæ contineant, niſi poſt, in Tempore opportuno, inſtituendas Obſervationes, determinari non poterit. (1)

§. 39. Inter Corpora Syſtema Planetarium componentia, ſola Luna cum Tellure confertur; hujus Diameter eſt ad Lunæ Diametrum, ut 73 ad 20.

§. 40. Planetæ ſecundarii reliqui ab Aſtronomis non menſurantur, quoſdam tamen magnitudine Tellurem excedere, in dubium vix vocari poteſt.

§. 41. Præter Corpora huc uſque memorata, in Syſtemate planetario, quædam alia identidem videntur, quæ ad Solem accedunt, deinde ab hoc recedunt, & inviſibilia fiunt; *Cometæ* dicuntur. Hi plerumque caudati apparent, & Cauda ſemper a Sole

(1) Ex Copernicana Aſtronomia habemus tantum, quam rationem Planetarum omnium a Sole intervalla inter ſe obtineant. Niſi vero alicujus eorum, puta Telluris a Sole diſtantia in notis menſuris detur, reliquorum diametros, magnitudinem, intervalla in notis menſuris fruſtra quæremus: contra cognita Telluris a Sole diſtantia, ea omnia per regulam auream erui facile poterunt. Pendet autem Telluris diſtantiæ a Sole menſura a Solaris parallaxeos determinatione, quod idcirco problema nobiliſſimum habitum ſemper eſt, veterum & recentiorum Aſtronomorum variis methodis adgreſſum & reſolutum, de quibus inſtituti ratio non patitur hic agere. Fatendum tamen eſt cum noſtro Auctore eas praxes & methodos, utut accurate inſtituantur, ejuſmodi tamen non eſſe, ut de aliquo errore nullum ſuperſit dubium. Placet nihilominus

le averſa datur. In Motu ſuo deſcribunt Areas, Lineis ad Centrum Solis ductis, Temporibus proportionales, ut de Planetis dictum. Cometas probabile eſt, in Orbitis ellipticis admodum excentricis moveri; itaut inviſibiles ſint, quando a Sole remotiorem Orbitæ partem occupant, quod ex quorundam Periodis ſatis regularibus deducitur; & ex Obſervationibus conſtat, quosdam portiones Ellipſium

nus in noſtrorum tironum gratiam ex Gulielmi Wiſthoni prælectione VII. Aſtronomica Tabellam hic apponere, eas menſuras complectentem, ex accuratioribus hauſtas obſervationibus, & calculis; quæque ſi accurate veræ haud ſint, ad veras tamen plurimum accedunt, defectu potius, quam exceſſu a veris aberrantes.

Tabella Planetarum a Sole Diſtantias, & Diametros, & Periodica tempora exhibens.

	a Sole diſtat Milliaribus anglicis		continet ſecundum diametrum milliaria anglica
Mercurius	32000000	Mercurius	4240
Venus	59000000	Venus	7906
Terra	81000000	Terra	7935
Mars	123000000	Mars	4444
Juppiter	424000000	Juppiter	81155
Saturnus	777000000	Saturnus	67870
		Sol	763460
		Luna	2175

	circa Solem revolvitur	D. H.
Mercurius		87—22
Venus		224—17
Terra		365— 6
Mars		686—23
Juppiter		4332—12
Saturnus		10759— 7

lipſium valde excentricarum, in quarum Foco Centrum Solis erat, in Motu ſuo deſcripſiſſe. (1)

§. 42. Quam huc uſque ideam Syſtematis planetarii

(1) Vetuſtiſſimorum Philoſophorum opinio fuit Cometas æterna eſſe Mundi corpora, quæ Planetarum inſtar giros ſuos ſtatis temporibus conficerent. Pythagoreos, & univerſam fere Italicam ſectam, Hippocratem Chium, Democritum, Apollonium Myndium in hac fuiſſe ſententia, Ariſtoteles, Seneca, Plutarchus, aliique locupletes teſtes ſunt. Eidem ſe ſubſcribit Seneca *natural. quæſt. l. 7. c. 21.*, ubi ait: *non exiſtimo Cometen ſubitaneum eſſe ignem, ſed inter æterna opera naturæ*. De eorum vero reditu ita appoſite vaticinatus eſt c. 25.: *Veniet tempus, quo ipſa, quæ nunc latent, in lucem dies extrahat, & longiori ævi diligentia. Ad inquiſitionem tantorum ætas una non ſufficit. Veniet tempus, quo poſteri noſtri tam aperta nos neſciſſe mirentur*; & cap. 26. *Erit qui demonſtret aliquando in quibus Cometæ partibus errant, cur tam ſeducti a ceteris eant, quanti qualeſque ſint*.

At Peripateticorum univerſa Schola ſuum ſequuta Ariſtotelem Cometas mavult corpora eſſe recens producta, & mox rurſus interitura; utque Cælorum ingenerabilitatem, & incorruptibilitatem, quam finxerunt, ſartam tectam ſervarent, illos ex exhalationibus terreſtribus compactos in ſublunares regiones detruſerunt; quæ inde opinio magis invaluit poſt invectos in Cælum ſolidos Orbes, per quos nequeunt quidem Cometæ quaquaverſum moveri. Sed communiter modo rejecta, improbataque eſt hæc opinio, præſertim ex quo Tychonis Brahei, & Joannis Kepleri obſervationibus circa Cometarum diurnam parallaxim demonſtratum eſt eos omnes Luna eſſe ſuperiores, & in reliquorum Planetarum regionibus, & ſupra illas verſari: qua de re nulla modo eſt inter recentiores Philoſophos controverſia.

Keplerus in *Cometarum Phyſiologia* arbitratur Cometas eſſe *Liquidi Ætherei* veluti quoddam excrementum, ſeu craſſiorem pinguedinem coactam per facultatem vitalem vel animali ſimilem, ad aureæ æthereæ defæcationem, & purgationem; cui ex natura loci fit, ut Solis lumen accedat, motuſque eidem concilietur; quemadmodum quid ſimile in trajectionibus aereis obſervatur, quarum inſtar Cometas brevem putat habere durationem, nec idcirco in Orbem moveri, aut redire poſſe. Hevelius aliique Kepleri ſententiæ accedunt, reputantes eos ex Solis, Planetarumque exhalationibus oriri, valde quidem attenuatis, & ſubtilibus, & ſub diſci formam conglomeratis, quorum altera facies Soli obverſa manet, poſtquam genitus Cometa, & in ſphærali linea motus ex Atmoſphæra egreditur, ubi prima ſua rudimenta traxit.

Carteſius Cometis perenne corpus adſcribit, efformatum ſcilicet, ut Planeta, ex fixa, ſeu Sole, maculis obducto, & ob defectum neceſſariæ preſſionis a vi-

tarii dedi, Aſtronomicis nititur Obſervationibus; &, de huc uſque dictis, nulla lis eſt inter Aſtronomos, ſi excipiamus, quæ Lineam Ellipticam, & Motum Tel-

vicino creſcente vortice abſorpto; quod deinde Cometæ corpus de vortice in vorticem perpetuo recta progredi arbitratur.

Jacobus Bernoullius An. 1682 novum Cometarum ſyſtema edidit. Arbitratur ſcil. Vir Cl: Planetam primarium dari, qui circa Solem ad diſtantiam 2583 ſemidiametrorum Orbis Magni, ſeu Eclipticæ, ſpatio annorum quatuor & dierum 157 moveatur. Circa hunc primarium, ob corporis exilitatem, & immenſam diſtantiam perpetuo conſpectum noſtrum fugientem, ponit ad diverſas diſtantias diverſos rotari Cometas, tanquam ejus ſecundarios & ſatellites; qui tum demum videri incipiunt, cum Perigæi, ſeu Telluri proximi evadunt.

Hactenus recenſitas præclariſſimorum Virorum ſententias non vacat; nec neceſſe eſt ad examen revocare; cum ex ſola earum cum Newtoniana de Cometis ſententia, inſtituta comparatione ſatis liquet eas parum phænomenis, naturæque ſimplicitati congruentes eſſe, Newtonianam contra obſervatis omnibus accurate reſpondentem, ſimpliciſſimam, & Planetarum analogia confirmatam ceterarum omnium eſſe veroſimillimam. Statuit itaque Cl: Newtonus Cometas, Planetarum inſtar, in Orbitis Ellipticis moveri, eos quidem qui ad Solare ſyſtema ſpectant, Solem in communi omnium earum orbitarum foco, quemadmodum Planetæ, complectentes; tum ita ejuſmodi ſuos motus attemperare, ut areas circa Solem temporibus proportionales deſcribant; ſintque in eorum revolutionibus temporum periodicorum quadrata cubis mediarum diſtantiarum proportionalia, uti in Planetis obſervatur: ex quo quemadmodum Planetæ, Cometas etiam in Solem gravitare conſequens eſt. Id vero diſcriminis intercedit inter Cometarum & Planetarum orbitas, quod hæ parum ſint excentricæ, parumque a circularibus differant; illæ vero maxima excentricitate polleant, majoreſque eorum axes ad minores ingentem habeant rationem.

Sit S Sol (*Fig. 1. Tab. 4. Aſtron.*) A F P H A Cometæ orbita Elliptica. Si ſemiaxis Ellipſeos Cometicæ (quæ eſt æqualis mediæ ejus diſtantiæ a Sole) centies major ponatur media Telluris a Sole diſtantia, is Cometa ſuam periodum circa Solem nonniſi mille annis abſolvet; nam, ut diximus, quadrata temporum periodicorum cubis mediarum a Sole diſtantiarum proportionalia in hoc ſyſtemate ponuntur. Cum Cometæ in inferioribus orbitarum partibus verſantur, ſcil. ad F vel H, ad Solem accedentes, vel ab eo recedentes, nobis conſpicui redduntur: ex noſtro demum paulatim ſe ſubtrahunt conſpectu, cum ulterius a Sole recedunt, donec tandem inſenſibiles penitus fiant; quod ſcil. aucta eorum a Sole diſtantia jugiter minuatur mutua-

Telluris ſpectant. Quidam enim Planetarum Orbitas non eſſe ellipticas, ſed illos, in Motu, aliam Ovalem deſcribere, contendunt. Ex Obſervationibus Ty-

ta Solis lux, apparenteſque eorum diametri minores, & minores indeſinenter fiant, donec tandem nullæ oculis evadant. Cum in Aphelio verſatur Cometa, ſcil. in A, in ingenti a Sole, & a nobis diſtantia, ob tantam orbitæ excentricitatem tardiſſime incedit; in Perihelio vero P, ubi Soli viciniſſimus eſt, incitatiſſimo fertur motu; quod ex poſita motus lege, ſeu proportione inter tempora, & areas iis temporibus deſcriptas facile deducitur. Atque hæc eſt Newtonianæ Theoriæ de Cometis ſumma, cui vel ex eo plurimum veroſimilitudinis ineſſe evincitur, quod Cl: Hallejus ſecundam eam plurium Cometarum motus calculo ſubducens, tam accurate cum obſervatis congruere illos reperit, ut eorum differentia raro ad tria minuta prima excurrat.

Id etiam diſcriminis inter Planetarum & Cometarum motus intercedit, quod illi omnes ab Occidente in Orientem ſuis motibus ferantur; Cometæ vero nonnulli etſi eandem verſus plagam motus ſuos peragant, non deſunt tamen qui contrarios tenere curſus ſint obſervati, ab Oriente ſcil. verſus Occidentem; alii item moveri deprehenſi ſint ab Auſtro verſus Boream, alii a Borea verſus Auſtrum, & in intermediis quoque regionibus; quod, ut alibi obſervavimus, cum Carteſianorum vortices, Ptolemaicorum ſpheras ſolidas peſſumdat, tum vacuum in regionibus Cæleſtibus dari demonſtrat.

Quanto tempore Cometarum periodi abſolvantur, certiſſime adhuc ex obſervationibus non liquet. Non deſunt tamen de iiſdem temporibus Aſtronomorum conjecturæ. Ex Newtoni calculo Cometa annorum 1680, 1681 pluſquam 500 annis eget ad ſuam abſolvendam circulationem: ejuſdem Newtoni judicio Cometa anni 1682 rediturus aſſeritur poſt annos 75. Horum, multorumque præterea aliorum Cometarum vias diligentiſſime exaravit Gulielmus Wiſthonus in Mappa Cometarum. Caſſinus etiam Cometam viſum anno 1702 perficere revolutionem ſuam credidit annis 34; quem Cometam Ariſtoteli primum apparuiſſe certiſſimis evicit argumentis.

Quod vero ad Cometarum caudas ſpectat, variæ ſunt de iis Philoſophorum ſententiæ, de quibus videſis *Davidis Gregorii Aſtronom. Phyſ.*, & *Geometr. Elementa l. 5. prop. 4.*, cum nobis ſatis eſſe debeat, ſi reliquarum probabiliorem Newtoni ſententiam exponamus. Cometarum caudas arbitratur Vir Cl: oriri ex vapore longe tenuiſſimo, quem Cometarum corpora a Sole plurimum calefacta emittunt; & ex quo Solaris lux ad oculos uſque noſtros reflexa caudarum ſpeciem iiſdem repræſentat. Quemadmodum enim fumus ex accenſo corpore egreſſus, recta verſus ſuperiora tendit, ſi id corpus quieſcat, oblique vero ſi idem e latere moveatur; ita qui ex Cæleſtibus corporibus ob Solis calo-

Tychonis Brahe deduxit Keplerus, Lineas has eſſe ellipticas; &, Curvas alias a Planetis non poſſe deſcribi, ex iis, quæ ſequenti parte dicentur, liquebit.

lorem elevantur fumi & vapores in plagam Soli oppoſitam, non quidem recta, ſed oblique ob eorundem Cæleſtium corporum motum tendere, & verſari debent; quemadmodum reapſe verſus plagam Soli averſam jacent ſemper Cometarum caudæ.

Atque hinc duo facile conſequuntur. 1. Caudarum partes illas, quæ pone corpus Cometæ ſunt, reliquis lucidiores, viſibilioreſque eſſe, quemadmodum obſervatione conſtat: nam prope Cometæ corpus, qui elevatur fumus, & vapor, denſior ſemper eſt; adeoque aptior ad copioſiorem verſus oculos noſtros reflectendum lucem. 2. Caudas tum potiſſimum in Cometis dari debere, cum in Perihelio, ſeu prope Solem verſantur; tum enim aucta caloris actione, majori copia fumos, vaporeſque ex eis educi neceſſe eſt, quibus porro in immenſum rareſcentibus immanis incipit cauda efformari, quæ in nonnullis Cometis ſextam Cæli partem occupaſſe viſa eſt. His vero a Sole recedentibus, diminutaque ſucceſſive, ac tandem evaneſcente ob immenſam Solis diſtantiam, hujus actione, caudæ Cometarum partim in longinquam Cælorum regiones diſſipantur, partim proprio pondere ad Cometæ corpus labuntur, ſicque tandem diſparent.

Ex eo autem huic ſententiæ difficultas naſci quibusdam videtur, quod non intelligant vapores, & fumos ex Cometarum corporibus Solis actione elevatos, ſufficere poſſe ad tanta implenda Cælorum ſpatia, quanta reapſe Cometarum caudæ occupant, quorum nonnullas ſextam Cæli partem tenuiſſe diximus. Sed difficultas omnis vel ex eo protinus evaneſcet; ſi aeris noſtri raritas, & elaſticitas animo ſpectetur; tum ponatur eos vapores, quos Cometarum calefacta corpora edunt, eundem habere elaſticitatis gradum, quem habet aer noſter atmoſphæricus, quamvis nil vetat eos elaſticiores adhuc imaginari. Subducto autem calculo (de quo videſis *l. 5. prop. 3. Element. Aſtron. Phyſ. & Geomet. Davidis Gregorii*) conſtat aeris noſtri eam quantitatem, quam globus unum digitum latus caperet, ſi eam raritatem nanciſceretur, quæ in regione ſemidiametrum unam terreſtrem a nobis elata eidem aeri conveniret, vi ſuæ elaſticitatis & expanſionis, impleturum omnes Planetarum regiones uſque ad Saturni ſphæram, & longe ultra. Patet igitur non multum materiæ requiri ad Cometarum caudas conſtituendas, ſi ei concedamus eandem elaſticitatis vim, quæ aeri noſtro convenit. Sed præterea experientia edocti novimus in quantam fumi molem ſatis parva ligni, aut carbonis foſſilis portio diffunditur; ut vel ex hoc etiam capite ingentis caudarum molis argumentum fumi poſſit.

Id demum obſervatione dignum eſt, poſſe quandoque Cometarum caudas Telluris noſtræ

bit. Conferantur ea quæ ad §. *6.* ſunt adnotata.

§. 43. Qui Tellurem quieſcere contendunt, nullo aſtronomico, aut phyſico nituntur Argumento; id eſt, ex Phænomenis non ratiocinantur: neglecta Syſtematis ſimplicitate, & in hac Motuum analogia, ſententiam ſuam Obſervationibus non adverſari defendunt; in quo & illos errare, in Parte ſequenti videbimus.

CAPUT II.

De Motu apparenti.

§. 44. QVi, lecto Capite præcedenti, Cælum intuebitur, illud ſe, quod ibi exponitur, Syſtema contemplari, vix credet; & exactior Motuum cæleſtium conſideratio dubium augebit. Nil mirum, in Cælis, præter nos decipientes Motuum Apparentias, vix quicquam obſervamus.

§. 45. Variis Motibus agitatus Spectator, qui ſe quieſcere perſuaſum habet, & intuetur Corpora, circa quorum Diſtantiam & Magnitudinem falſa fert judicia, vulgaris eſt Cælorum contemplator. Per multa ſæcula verum Mundi Syſtema, Cælum etiam exactius obſervantes, latuit.

§. 46. Explicandum autem nobis eſt, quomodo omnia, quæ circa Corpora cæleſtia obſervantur, reſpectu Spectatoris in Tellure, locum habeant in Syſtemate expoſito; id eſt, ex notis Motibus Apparentias deducemus. Quod fieri non poteſt, niſi quibusdam generalibus præmiſſis, de Motu apparenti in genere.

ſtræ Atmoſphæram attingere, earumque portionem aliquam cum ejusdem noſtræ Atmoſphæræ exhalationibus permiſceri, fluidum fluido. Id cum fit ejuſmodi mutationes in noſtro hoc aere ſuboriri poſſunt, quibus terreſtria animalia, & vegetabilia maxime adficiantur: quamobrem quæ omnium ſæculorum ſuffragio conſequi obſervantur Cometarum. apparitionem, non ſtatim pro falſis & ridiculis habere Philoſophos decet.

§. 47. Motum verum nulla Arte a nobis obſervari poſſe, extra omne dubium eſt ; ſolus Motus relativus ſub Senſus cadit , de eo etiam tantum agitur in Capite præcedenti. Quis affirmare , aut negare , cum ratione poterit , non Motu communi , omnia Corpora nobis nota , per Spatia immenſa transferri ?

§. 48. Motus relativus ab apparenti diſtinguendus eſt ; hic enim eſt mutatio tantum viſa in Situ Corporum , & pendet a mutatione in Pictura in fundo Oculi ; nam Objecta illam inter ſe relationem apparentem habent , quæ datur in Oculo inter Objectorum Repræſentationes ; videntur enim , ut in Oculo depinguntur ; & mutatio in hac Pictura , ex Corporum Motu , fere ſemper differt cum mutatione relationis inter ipſa Corpora, ut ex Picturæ formatione ſequitur. Conferantur ea quæ cap. 4. Phyſicæ Elementorum dicta ſunt §. 101. & ſeqq. , tum quæ cap. 33. de magnitudinis , diſtantiæ , & motus perceptione dicta & adnotata ſunt .

§. 49. Cælum nihil eſt præter Spatium immenſum , quod videri non poteſt , & nigrum appareret, niſi continuo Radii Luminis innumeri , a Corporibus cæleſtibus manantes , Atmoſphæram penetrarent . Plerique per rectas lineas ab illis Corporibus ad nos perveniunt, multi tamen in Atmoſphæra varias patiuntur Reflexiones , & totam Atmoſphæram illuminant ; inde de die, etiam abſque nubium reflexione , Corpora illuſtrantur , ad quæ Radii ſolares directe pervenire nequeunt.

§. 50. Radii hi ſunt heterogenei , & quidem albi; nam Corpora dantur hiſce Radiis illuſtrata, quæ alba apparent ; & quæ ita illuſtrata , per Priſmata viſa, ad extremitates coloribus tinguntur ; quod in Colore homogeneo non obtinet, uti cap. 31. §. 929. Element. Phyſ. demonſtratum eſt . Etiam circulus Chartæ albæ, Diametri Semi pollicis , Panno nigro ſuperimpoſitus, ſi hiſce Radiis illuminetur, per Priſma oblongus apparet, & iidem Colores , qui in Radiis ſolaribus obſervantur, eodem modo hic videntur;

quæ

quæ omnia minime obtinerent, ſi Aër, ut a plurimis ſtatuitur, foret Liquidum cæruleum; id eſt, per quod ſoli Radii cærulei, ſaltem maxima copia, tranſeunt.

§. 51. Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi memorati Oculos intrant, unde Color cæruleus Cælorum oritur, quemadmodum cap. 36. §. 1123. hujus Phyſicæ demonſtratum eſt.

§. 52. Quia adſueti ſumus Colorem videre, ubi Objectum datur coloratum, etiam ad Objectum refertur Color Cælorum; cum autem hic omnes partes verſus æqualiter obſervetur, concipimus Superficiem cavam ſphæricam, aut potius ſphæroideam, in cujus Centro ipſi poſiti ſumus (1). Superficiem hanc ut opacam, ideoque ultra omnia Corpora nobis viſibilia remotam, imaginamur.

§. 53. Quando inter Planum & Oculum datur Corpus, de cujus Diſtantia judicium ferre non poſſumus, in Plano applicatum nobis apparet Corpus, quæcunque fuerit Diſtantia inter hoc & Planum; nulla enim datur ratio, quare partes Plani, quæ ad latera Imaginis Corporis in Oculo depinguntur, non ad eandem Diſtantiam cum Corpore apparerent.

Inde etiam omnia Corpora cæleſtia, (quorum minime a nobis diſtans, Luna nempe, ita removetur, ut judicium de Diſtantia non detur), ad Sphæram imaginariam, memoratam, referuntur; &

(1) Cæleſtis ſphæræ centrum, quoad ſenſum ſaltem, noſtra iſthæc eſt, quam incolimus, Tellus; ubique enim in hujus ſuperficie conſtitutus oculus, Cæleſtis ſphæræ ſegmentum nec majus, nec minus ejusdem hemiſphærio intuetur; tum ex duodecim Zodiaci ſignis, de quibus infra, ſex ſimul conſpicua ſunt terricolis ubique degentibus, ſex quoque eos latent: niſi Tellus Cæleſtis hujus ſphæræ ad ſenſum ſaltem centrum occuparet, contingere hujuſmodi apparentiæ haud poſſent. Si in Telluris centro (quod idem cum Cæleſtis ſphæræ centro modo ſupponimus), conſtitutus intelligatur oculus, ex eoque Cælum intueatur, eædem hujus erunt apparentiæ, quas ex ejusdem Telluris ſuperficie inſpicienti oculo contingere diximus. Igitur & illud ſtatui hic etiam poterit, integrum terraqueum globum, ſi ad Cæleſtis Sphæræ magnitudinem referatur, puncti inſtar haberi poſſe.

omnia huic applicata apparent ; & in hujus Superficie cava moveri videntur. Sic Luna inter Stellas fixas concipitur, licet illius Diſtantia vix rationem ſenſibilem habeat ad Saturni Diſtantiam, quæ ipſa evaneſcit collata cum immenſa Stellarum fixarum remotione. Non mirum eſt igitur, ſi de Magnitudine Corporum cæleſtium, & Cælorum Immenſitate, nil noſcat Vulgus.

§. 54. Deducimus ex dictis, quomodo ex dato Motu Corporis cujuſcunque, & noto Motu Telluris, Motus apparens determinetur.

§. 55. Sphæram diximus concipi ultra Stellas fixas, in cujus Centro datur Spectator : Orbita Telluris adeo eſt exigua reſpectu Diametri hujus Sphæræ, ut ex translato cum Tellure, Spectatore, Centrum Sphæræ ſenſibiliter non mutetur (1) ; quare in omnibus Superficiei Telluris Punctis, & Tempore quocunque, eandem Terricolæ imaginantur Sphæram, ad quam Corpora cæleſtia referunt ; & quam, in ſequentibus nominabimus Sphæram Stellarum fixarum.

§. 56. Hiſce poſitis, ſi per Tellurem, & Corpus, Lineam concipiamus, quæ ultra Corpus continuata Sphæram memoratam ſecat, habemus Punctum, ad quod Corpus memoratum refertur, & quod eſt Locus apparens Corporis.

§. 57. Dum Corpus, aut Tellus, aut ambo, moventur, agitatur hæc Linea, & Motus apparens eſt Linea, quam inter Stellas fixas deſcribit Extremitas Lineæ memoratæ, tranſeuntis per Tellurem & Corpus

(1) Si ex terminis diametri Eclipticæ, ſeu Orbitæ, quam Tellus deſcribit, ad centrum alicujus fixæ rectæ ducantur, hæ angulum efficient, qui *parallaxis Orbis magni* dicitur ; eſtque is tam exiguus ob immenſam fixarum diſtantiam, ut exquiſitiſſimis inſtrumentis vix deprehendi poſſit: & qui in eo inveſtigando maxime inſudarunt, ſemper uno minuto primo minorem illum deprehenderunt. Id argumento eſt tantam eſſe fixarum diſtantiam, ut non modo ex iis conſpecta tellus, puncti inſtar appareat, quod ſupra adnot. ad §. 52. vidimus ; ſed & ipſius Telluris orbitæ diameter reſpectu diametri Cæleſtis ſphæræ veluti nulla poteſt haberi.

pus, cujus Motus apparens obſervatur. Idcirco eædem Apparentiæ ex translata Tellure ſequuntur, quæ ex translato Corpore, aut Motu amborum, deduci poſſunt.

§. 58. Si autem Corpus & Tellus ita moveantur ut Linea, quæ per hæc Corpora tranſit, Motu parallelo feratur, corpus inter Stellas fixas quieſcere videbitur; quia Spatium, in hoc caſu, ab Extremitate Lineæ inter Stellas percurſum, non ſuperat Spatium a Tellure percurſum; Linea autem æqualis toti Spatio, quod a Tellure poteſt percurri ad Diſtantiam Stellarum fixarum translata, nobis ſenſibilis non eſt. Ex motu Telluris circa Axem etiam datur Motus apparens, qui ſuo tempore, ex fundamentis in hoc Capite poſitis, facile deducetur. Motum apparentem a relativo differre, & ex Motu Spectatoris variari, navigantes quotidie experiuntur.

CAP. III.

De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.

§. 59. Sit Sol in S; Tellus in Orbita ſua in T; *r s* Sphæra Stellarum fixarum; Locus apparens Solis ex T eſt *s*. Dum Tellus in Orbita transfertur a T in *t*, motus hic a Terricola ſimul translato non percipitur, ſed Soli etſi reapſe quieſcenti attribuitur, qui idcirco moveri videtur, & percurrere Arcum *s r*, qui menſurat Angulum *r* S *s*, æqualem Angulo T S *t*, itaut Celeritas Motus apparentis Solis pendeat a Celeritate Motus angularis Telluris, reſpectu Centri Solis; qui Motus ex duplici cauſa creſcit; ex imminuta Diſtantia a Sole, & ex aucta Celeritate Telluris: quæ ambæ cauſæ ſemper concurrunt; quare Motus apparentis Solis inæqualitas ſenſibilis eſt. In integra Telluris Revolutione, etiam integrum Circulum Sol percurrere videtur. Tab. 2. Fig. 2.

DEFINITIO I.

§. *60.* Via hæc apparens Solis *Linea Ecliptica* vocatur, quod cum in hujus plano vel prope reperitur etiam Lunæ centrum, Solis & Lunæ eclipſes contingant. Et eſt Sectio Sphæræ Stellarum fixarum cum Plano Eclipticæ, ad hanc Sphæram uſque continuato.

§. *61.* Dividitur hæc Via in duodecim partes æquales, quæ ſingulæ continent 30. Gr.; partes hæ vocantur Signa, & his nominibus donantur: Aries ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♏, Libra ♎, Scorpius ♍, Sagittarius ♐, Capricornus ♑, Aquarius ♒, Piſces ♓. Unde hæ partes hæc nomina mutuatæ ſint, ubi de Stellis fixis acturi ſumus, videbimus. Diutius in percurrendis ſex Signis primis hæret Sol, quam in ſex poſterioribus, daturque differentia novem Dierum. (1)

§. *62.* Licet Circulus nullum habeat Principium aut Finem, ubi tamen in hoc Puncta varia determinanda ſunt, quoddam Punctum pro Principio habendum eſt; hoc, in Linea Ecliptica, eſt primum Punctum Arietis; quomodo determinetur, in ſequentibus videbimus. Non hoc eſt fixum inter Stellas fixas: idcirco Orbitæ Planetarum, quæ adeo parum mutantur, ut pro immutabilibus haberi poſſint, non eundem, reſpectu hujus Puncti, Situm ſervant.

DE-

(1) Telluris enim motus (qui nobis apparens eſt motus Solis in Ecliptica) fit in Orbita elliptica circa Solem in uno ejus foco poſitum, & circa quem areas deſcribit temporibus proportionales: atque hinc oritur, ut inæquabili motu Terra, quemadmodum quivis alius Planeta, in orbita ſua feratur, & cum eſt aphelia tardius, cum perihelia velocius incedat. Sed tellus eſt aphelia, & in majori a Sole diſtantia verſatur, cum per ſigna Libram, Scorpium, Sagittarium, Capricornum, Aquarium, Piſces tranſit, ſeu cum Sol per oppoſita ſigna moveri apparet, ſcil. Arietem, Taurum, Gemini, Cancrum, Leonem, Virginem: igitur apparens hic Solis motus lentior eſſe debet; ſimilique ratione intelligitur eundem apparentem Solis motum per reliqua ſigna velociorem apparere debere.

DEFINITIO 2.

§. 63. Diſtantia Solis a primo Puncto Arietis, in conſequentia menſurata, ſeu verſus Ortum dicitur *Solis Longitudo*.

§. 64. Longitudines cæterorum Corporum cæleſtium, eodem modo in Ecliptica menſurantur. Ad quam referuntur, ſi Circulus major per Corpus concipiatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum enim, in quo hæc ab illo Circulo ſecatur, determinat Corporis Longitudinem, ſcilicet Eclipticæ arcum ab Arietis principio uſque ad id interſectionis punctum ab occaſu in ortum ſupputatum. Maximus vero circulus, quo ad Eclipticam datum quodvis cæleſte punctum refertur, & ad ejus planum eſt perpendicularis dicitur *Circulus Longitudinis*, vel etiam *Eclipticæ Secundarius*.

DEFINITIO 3.

§. 64. Diſtantia Corporis cæleſtis a Linea Ecliptica vocatur illius *Latitudo*. Et eſt Arcus ejusdem Circuli ſecundarii Eclipticæ, inter Corpus & Eclipticam interceptus.

DEFINITIO 4.

§. 65. Si ex Centro Sphæræ Stellarum fixarum, ad Planum Eclipticæ concipiamus lineam perpendicularem, puncta, in quibus hæc memoratam Sphæram ſecat, vocantur *Poli Eclipticæ*.

Hinc circuli Eclipticæ ſecundarii ſuperius memorati per hæc puncta, ſeu Eclipticæ polos, tranſire debent; nequit enim in ſphæra maximus circulus alteri maximo eſſe perpendicularis, niſi per hujus polos tranſeat.

DEFINITIO 5.

§. 66. *Zodiacus* eſt Zona, quæ concipitur in Cælis, quam in duas partes æquales ſecat Linea Ecliptica, & quæ ab utraque parte terminatur Circulo, Lineæ Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus di-

diſtanti. Propter exiguam Orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad Planum Eclipticæ, nunquam extra Zodiacum, Corpora ulla Syſtematis planetarii apparent.

DEFINITIO 6.

§. 67. Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem, dicuntur *in Conjunctione*.

DEFINITIO 7.

§. 68. *In Oppoſitione* dicuntur, quorum Longitudines differunt 180. Gr.

CAP. IV.

De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis ſuis.

Tab. 2. Fig. 3. §. 69. Sit S Sol; A V B *v* Orbita Planetæ inferioris, ſcilicet Veneris, vel Mercurii; Tellus in Orbita ſua T, *a* I *b* portio Sphæræ Stellarum fixarum; Terricolæ in T locus apparens Solis eſt I.

Si ex Tellure ad Orbitam Planetæ, ducantur Tangentes T A *a*, T B *b*; clare patet, nunquam ad majorem diſtantiam, quam I *a*, aut I *b*, a Sole, in Motu apparenti, removeri Planetam; & hunc illum, in Motu apparenti circa Tellurem, quaſi comitari.

DEFINITIO 1.

§. 70. Diſtantia apparens Planetæ a Sole, dicitur illius *Elongatio*. I *a* aut I *b* eſt *Elongatio maxima*: hæc ex duabus Cauſis variat; quia nempe & Tellus & Planeta in Lineis ellipticis revolvuntur. (1)

§. 71.

(1) Scilicet, manente tellure in T, elongatio, ceteris paribus, major, ubi punctum B vel A eſt in ejus inferioris Planetæ Aphelio, minor in Perihelio, mediocris in media diſtantia. Sed & manente inferioris Planetæ loco B, vel A, varia quoque

§. 71. Planeta breviori Tempore quam Tellus, Revolutionem peragit; ideo in Motu ſuo, inter Tellurem, & Solem tranſit veluti in V, ubi Soli conjunctus apparet, diciturque ejus Planetæ *inferior Conjunctio*. Deinde ultra Solem reſpectu Telluris movetur, & cum eſt in *v* iterum Soli conjungitur, quæ dicitur *Superior* ejusdem Planetæ *conjunctio*; ita ut duobus modis cum Sole in Conjunctione ſit, nunquam autem in Oppoſitione.

§. 72. Vt ideam habeamus Motus apparentis Planetæ, concipere debemus, cum Tellure moveri Lineas T B *b*, T S I, T A *a*; ita ut Puncta A, V, B, & *v*, dum Tellus Revolutionem peragit, Orbitam Planetæ circumrotentur; Planeta vero, qui celerius revolvitur, per hæc Puncta ſucceſſive iterum atque iterum tranſit.

Sed ut clarius horum Planetarum motus phænomena intelligantur, cum Tellus longe tardius circulationem ſuam circa Solem conficiat, quam inferior Planeta, nil vetat, immo præſtat Tellurem veluti immobilem in T ſpectare, Planetam vero cum motuum differentia circa Solem cieri. Dum itaque Planeta fertur ab *v* in A, moveri videbitur in *conſequentia Signorum* ab I in *a*, diciturque tum *directus*; ſed cum ab A tranſit ad V, in inferiori ſcilicet conjunctione cum Sole, viciſſim videtur ab *a* rediiſſe ad I, motumque eſſe in *antecedentia ſignorum*, diciturque tum *retrogradus*. Similiter dum Planeta ab V venit ad B pergit retrogrado motu videri ab I veniſse ab *b*; & demum dum ſuperato loco B, ad *v* acceſſit, ad ſuperiorem ſcilicet cum Sole conjunctionem, iterum directe moveri apparet a *b* uſque ad I, eaque directio durat, donec ad ſitum priorem A redierit. Cum Planeta prope loca B & A verſatur, adeo lente inter ſidera moveri apparet, ut tanquam

que eſt Elongatio pro ſitu Telluris in T, vel alibi. Sed cum Planetarum Orbitæ ad circularem formam, quam maxime accedant, hæ minutiæ negligi poſſunt. Maxima Veneris Elongatio obſervatione deprehenditur 48. graduum circiter; Mercurii vero tantum 28. circiter.

quam *Stationarius* poſſit haberi. Itaque dum Planeta a loco B per *v* progreditur ad A eſt *directus*; prope A fit *Stationarius*, ſed ad *retrogradationem*: in loco B iterum eſt *Stationarius* ſed ad *directionem*.

§. 73. Spectato Telluris motu, cum Tellus in ejuſmodi ſitu T eſt reſpectu Planetæ exiſtentis in D, ut arcus T *t*, D *d*, eodem parvi temporis intervallo a Tellure &. Planeta peragrati rectis lineis TD, *t d* parallelis contineantur, tum Planeta Stationarius videri debet; loca enim in Firmamento H, *h*, ad quæ tum refertur Planeta a Terra viſus, ad ſenſum idem ſunt, nec diſtinguuntur.

§. 74. Planeta diutius in *directione* movetur, quam in *retrogradatione*; priori enim cauſa, orbitæ ſuæ partem B *v* A majorem, ſecundo partem B V A minorem deſcribit. Et quoniam in retrogradatione idem ſpatium *a* I *b* in Firmamento deſcribere videtur, quod progrediendo confecerat, ſequitur velocius in retrogradatione, quam in directione moveri.

§. 75. Planetæ Orbita ad Planum Eclipticæ inclinatur, ideo non in Linea Ecliptica moveri videtur; ſed nunc minus, nunc magis ab hac diſtat, & in Curva irregulari ferri videtur, quæ interdum Eclipticam ſecat.

Tab. 2. Fig. 4. §. 76. Sit N V N Orbita Planetæ; cujus Nodi N, N; ſit S Sol; T *t* Telluris Orbita in Plano Eclipticæ; Tellus T; Planeta V. Si V A concipiatur per Planetam ad Planum Eclipticæ perpendicularis, Angulus V T A, aut potius Arcus, qui hunc menſurat, eſt *Latitudo* Planetæ: vocatur hæc *Latitudo Geocentrica*, ut diſtinguatur a Latitudine Planetæ e Sole viſi, quæ *Heliocentrica* dicitur, & eſt in hoc caſu Angulus V S A; de illa hîc agitur, nam Phænomena ex Tellure viſa examinamus.

§. 77. Quando Planeta eſt in Nodo, in Linea Ecliptica apparet, & Curva a Planeta Motu apparenti in Zodiaco deſcripta ſecat Lineam Eclipticam; recedendo a Nodo augetur Planetæ Latitudo, quæ etiam pro Telluris ſitu variatur; ſic manente Planeta in V, major eſt Latitudo ſi Tellus ſit in T,

quam

quam ſi foret in t. Si, manente Tellure in T, Planetam ex V ad v translatum concipiamus, ex duplici cauſa Angulus v T B minor erit Angulo V T A; ex acceſſu Planetæ ad Nodum, & ex receſſu Spectatoris.

§. 78. Si nunc conſideremus Tellurem & Planetam continuo moveri, facile concipiemus, mutari omnibus momentis Latitudinem ex utraque cauſa. Hæ interdum contrarie agunt, interdum in augenda aut minuenda Latitudine conſpirant; unde neceſſario oritur Motus apparens in Curva irregulari, ut ante dictum, quæ Eclipticam ſecat, quoties Nodos tranſgreditur Planeta, id eſt bis in ſingulis hujus Revolutionibus; Curva etiam hæc, ab utraque parte, non ultra certos Limites in Zodiaco ab Ecliptica recedit.

§. 79. Teleſcopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Planetarum inferiorum, quæ ab horum Opacitate pendent. Sit S Sol; T Tellus; A, B, C, N, D, E, F, V, Planeta inferior, Venus ex. gr. in Orbita. Hæc mutuato a Sole lumine lucet; & Hemiſphærium Soli obverſum tantum illuminatur, Hemiſphærium alterum inviſibile eſt: idcirco ſola pars Hemiſphærii illuminati, quæ Telluri obvertitur, ex hac videri poteſt; in V Planeta videri non poteſt, in N rotundus apparet, niſi Radiorum ſolarium copia impediret, quo minus videatur. Ex N progrediendo, Planeta continuo decreſcit; in D habet Figuram d; in e & f delineatur, ut in E & F apparet; ulteriuſque decreſcit, donec evaneſcat in V; deinde iterum creſcit ſucceſſive mutando Figuram, donec totum Hemiſphærium illuminatum Tellurem verſus dirigatur. Tab. 2. Fig. 5.

§. 80. Quando Nodus datur in V, aut in viciniis, Planeta in ipſo Diſco Solis, & quaſi Soli applicatus, videtur, & obſervatur Macula nigra, quæ ſuper Solis Superficie movetur: in hoc caſu, ſi accurate rem exprimamus, Planetam non videmus, ſed ubi Radios ſolares hic intercipiat, decernimus. (1)

§. 81.

(1) Semel tantum Venus viſa eſt nigræ inſtar maculæ Solarem diſcum pertranſiſſe, quod ſpectaculum Mortalium nemini præ-

§. 81. Quo minus a Tellure diſtat Planeta, eo major apparet, & magis lucidus, ſed dum ad Tellurem accedit, pars lucida viſibilis minuitur ita, ut ex una cauſa creſcat Lumen, ex alia minuatur; daturque Diſtantia quædam media, ad quam Lux reflexa eſt maxima. (1)

C A P. V.

De Phænomenis Planetarum ſuperiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis ſuis.

§. 82. IN multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt ſuperiorum Planetarum Motus apparentes; in multis differunt. Non ſemper

præter Horoxium contingit videre Anno *1639*; nec iterum Venus Solem in medio ejus diſco ſubtercurret uſque ad annum *1761*. die *16*. Menſis Maji. Anno *1631*. die *7*. Novembris Petrus Gaſſendus primus, & porro alii complures Mercurium in Sole viderunt, qui ejus diſcum in camera obſcura charta candida exceptum inſtar maculæ nigræ & rotundæ trajicere viſus eſt; quod jam prædixerat Keplerus.

Ante inventum Teleſcopium, cum Copernicus vetuſtiſſimum Pythagoreorum ſyſtema renovaret, ponendo Planetas ſingulos, & inter hos quoque tellurem ſtatis temporibus circa Solem moveri, objectum ei fuit in ea Cælorum diſpoſitionem Venerem phaſes ſubituram Lunæ phaſibus ſimiles, quas cum non obſervarent tum temporis Aſtronomi, ſyſtema illud phœnomenis non ſatisfacere contendebant. Objecto reſpondit Copernicus eas phaſes re vera dari, eaſque futuris ſæculis detecturas Aſtronomos. Id Copernici vaticinium primus implevit Galilæus Philoſophus Lynceus, qui primus Teleſcopium ad Venerem dirigens, eam phaſibus ſuis reapſe Lunam æmulari deprehendit.

(1) Vbinam ſit ea media diſtantia, in qua Veneris ſplendor ſit maximus concinna ſolutione invenit ſummus Geometra & Aſtronomus Edmundus Hallejus in Actis Philoſ. Londin. N. 349; ibique oſtendit Venerem omnium maxime fulgere cum elongatur a Sole 40. circiter gradibus, ubi tantum pars quarta diſci luminoſi e terra conſpicienda datur; quo in ſitu Venus interdiu, & lucente Sole conſpecta fuit. Admirabilis ſane eſt illa Veneris pulchritudo, qua proprio lumine carens, & tantum Solis mutuatio fulgens, in tantum ſplendorem erumpit, quantum non habet Juppiter, non Luna, cum æque a Sole elongantur.

per hi Solem comitantur, ſed ſæpe in Oppoſitione obſervantur (1); in Motu tamen, ut de inferioribus dictum, non ſemper in conſequentia ferri videntur, ſed ſæpe ſtationarii, ſæpe retrogradi ſunt.

§. 83. Quod ut intelligatur ſit B C A telluris orbita circa Solem S, ſitque Q M P orbita Planetæ ſuperioris, puta Martis, D F G ſit Stellarum ſphæra, ad quam ſcil. quæque cæleſtia corpora refert Spectator. Ex M, ubi ſuperior Planeta videtur, ducantur rectæ M B, M A telluris orbitam contingentes in B & A, eæque producantur, donec Firmamento occurrant in D & G. Etſi vero Planeta ſuperior N circa Solem movetur in orbita ſua, cum tamen longe ſerius tellure revolvatur, nil vetat, quominus illum ſpectemus, ut immobilem, telluris reſpectu, tellurem vero motuum differentia circulationem ſuam perficere. Maneat igitur Planeta in M immobilis, & cum Tellus tranſit de loco C ad B, terricolæ apparebit Planeta ab F in G directe perveniſſe in conſequentia ſignorum; at vero cum tellus a B tranſit ad *t*, quo in loco Planeta Soli opponitur, idem Planeta videbitur retrogrado motu a G rediiſſe ad F; porro cum tellus a *t* venit ad A, pergit Planeta retrogradus videri ab F uſque ad D; & demum ſuperato loco A a tellure, iterum incipit Planeta apparere directus, quæ directio durat, donec Tellus ad priorem locum B redierit. Sed cum tellus eſt prope loca B & A, planeta lentiſſime videtur loca ſua in Firmamento mutare; quapropter tum tanquam Stationarius & immobilis apparet; neque adeo a directo motu ad retrogradum, vel ab hoc ad illum gradum facit Planeta, niſi prius tantiſper ſtare, & veluti immobilis videatur.

Tab. 2. Fig. 6.

§.84.

(1) Sit S Sol (*Fig. 6. Tab. 2. Aſtron.*) A B C orbita Telluris, Q M P Planetæ Superioris, puta Martis, orbita, D F G ſit ſphæra Firmamenti. Cum Tellus in orbitæ ſuæ puncto C verſatur, Planeta exiſtens in M Terricolæ apparebit in F Soli conjunctus: at exiſtente Tellure media Solem inter & Planetam, terreſtris Spectator Planetam videbit Soli oppoſitum. Patet igitur Superiores Planetas poſſe quemlibet aſpectum reſpectu Solis obtinere, ſeu in dato quovis angulo a Sole elongari; quod in inferioribus fieri non poſſe vidimus.

§. 84. Si ſpectetur ipſius Planetæ M motus circa Solem, tum ſtationarius erit, cum. Tellus in ejuſmodi ſitu T verſatur reſpectu ejusdem Planetæ M, ut arcus T *t* M *m* eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta deſcripti, rectis lineis T M, *t m* parallelis contineantur; quemadmodum ſupra de Planetis inferioribus demonſtratum eſt. Item quemadmodum ſupra de inferioribus Planetis oſtendimus eos diutius in directione, quam in retrogradatione moveri, idipſum ob eandem rationem in Planetis ſuperioribus obtinere facile quiſque dijudicabit.

§. 85. Phænomena circa Latitudinem ſimilia ſunt iis, quæ explicata ſunt reſpectu Planetarum inferiorum.

§. 86. Jupiter & Saturnus ad magnam diſtantiam Telluris Orbitam cingunt, quare ubique fere tota illorum Hemiſphæria, quæ a Sole illuminantur, e Tellure viſibilia ſunt; ideo ſemper rotundi apparent hi Planetæ.

§. 87. Quia minus diſtat Mars, paulùlum gibboſus apparet, inter Conjunctionem & Oppoſitionem cum Sole. (1)

CA-

(1) Planetas Superiores multo majores videri in oppoſitionibus, quam in conjunctionibus cum Sole facile patet, ſi ſpectetur priori caſu multo minus a Tellure abeſſe, quam in altero, & diſtantiarum diſcrimen Eclipticæ diametro æquale eſſe. Id autem cum ad ſemidiametrum Orbitæ Martis, majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum ſemidiametros, longe majus magnitudinis Martis erit diſcrimen in oppoſitione & conjunctione, quam in ceteris ſuperioribus Planetis. Eſt Mars in oppoſitione quinquies circiter nobis propior, quam in conjunctione: adeoque cum viſibilis ejus diſcus, & ſplendor augeatur in duplicata diminutæ diſtantiæ ratione, Mars vigeſies quinquies major, & ſimul lucidior in oppoſitione Solis, quam in ejus conjunctione apparebit.

Juppiter quinquies circiter longius a Sole removetur, quam Tellus; igitur apparens Solis diameter, qui nobis eſt triginta ſcrupulorum, e Jove viſus ſub angulo ſex tantum ſcrupulorum apparebit; ejuſque diſcus vigeſies quinquies minor Jovicolis apparebit, quam no-

bis

CAPVT VI.

De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis: Vbi de Eclipſibus Solis & Lunæ.

§. 88. Satellites Jovis & Saturni ſemper in Motu Primarios ſuos comitantur., & nunquam ultra certos Limites, qui ex horum a Primariis diſtantiis facile determinantur, ab utraque parte recedere videntur; alterniſque vicibus in antecedentia & in conſequentia feruntur. Aliquando omnes ad eandem partem Primarii dantur, aliquando inter ipſos Primarius obſervatur. Jovis Satellites ſemper, aut in eadem Linea recta diſponuntur, aut parum ab hac diſtant. Quæ omnia ex Motu circa Primarios, in Planis, exiguo inter ſe, & cum Plano Eclipticæ, Angulos efficientibus, facile deducuntur.

§. 89. Non omnes Saturni, aut Jovis, Satellites ſemper ſimul viſibiles ſunt. Quanto inter Primarium & Tel-

bis; iiſdemque luminis & caloris actio a Sole producta erit vigeſima quinta pars tantum ejus, qua nos fruimur; Saturnus vero cum decies longius a Sole diſtet, quam nos, apparens Solis diameter ex illo viſus ſub angulo trium tantum ſcrupulorum conſpicietur, Soliſque diſcus e Saturno ſpectatus centies minor apparebit, & tam lux, quam calor in eadem ratione in Saturno minuentur; quamobrem Saturni regiones, noſtrarum reſpectu oportet eſſe frigidiſſimas.

Superiorum Planetarum nullus in Solis diſco videri unquam e Terra poteſt, ut Veneri, & Mercurio contigit; poteſt tamen eorum quivis a Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, ſit Nodo ſatis vicinus, ut poſt Solem lateat.

Demum id de Planetis Vniverſis ſive ſuperioribus, ſive inferioribus præſtat obſervare, eos Soli oppoſitos oriri occidente Sole, & illo oriente occidere; poſtquam autem a Solis oppoſitione digreſſi ſunt, & Orientaliores facti, poſt Solis Occaſum eſſe conſpicuos, majori vel minori temporis intervallo, prout magis vel minus ab oppoſitione receſſerunt; donec Soli conjuncti ſimul cum illo occidunt, & oriuntur. Demum poſtquam a Sole receſſerunt Occidentaliores facti, conſpici tantum poſſe ante Solis ortum; nam veſpere citius Sole occidunt, donec ad Solis oppoſitionem iterum pervenientes, rurſus oriuntur decidente Sole.

& Tellurem dantur, ab ipſo Primario diſtingui non poſſunt; aliquando a Primario obtæguntur, ſæpe in Vmbram primarii immerguntur.

DEFINITIO I.

§. 90. Talis in Vmbram Immerſio dicitur *Satellitis Eclipſis*; de qua vide quæ cap. 27. horum Elementarum §. 850. dicta ſunt.

§. 91. Inter *Saturni* Comites Annulum dari diximus; circa quem notandum, Annuli Latitudinem, pro Spectatore in Tellure, Saturni Diametrum nunquam ſuperare, & ipſum Annulum aliquando inviſibilem eſſe; quando nempe Planum Annuli continuatum per Tellurem tranſit; Annuli enim Craſſities ſenſibilis non eſt. Etiam non videtur Annulus, quando hujus Planum continuatum, inter Solem & Tellurem tranſit; tunc enim Superficies Annuli illuminata a Tellure avertitur. Confer ea, quæ §. 27. hujus tractatus adnotavimus.

§. 92. In utroque caſu Saturnus rotundus apparet; in ultimo tamen, ex Radiis ab Annulo interceptis, Faſcia nigra in Planetæ Superficie obſervatur, ſimilis illi, quæ ab Vmbra Annuli pendet.

§. 93. Telluris Satellitis, Lunæ nempe, Phænomena noſtri reſpectu notabiliora ſunt, & peculiariter explicanda. Sæpiſſime Soli conjungitur, totieſque huic opponitur, non tamen in ſingulis Revolutionibus Lunæ in Orbita; nam dum Luna, poſt Revolutionem integram 27. Dier. 7. Hor., iterum redit ad Locum inter Stellas fixas, in quo cum Sole fuit conjuncta, Sol ex hoc Loco receſſit, & ab hoc circiter diſtat 27. gr.; quare niſi poſt aliquot Dies Solem non attingit, & Conjunctiones vicinæ diſtant viginti novem Diebus cum ſemiſſe.

DEFINITIO 2.

§. 94. Menſis Lunaris periodicus eſt Tempus Revolutionis Lunæ in Orbita.

DE-

DEFINITIO 3.

§. 95. *Menſis Lunaris Synodicus, ſeu Lunatio*, eſt Tempus, quod Luna impendit inter Conjunctiones cum Sole proximas.

§. 96. Inviſibilis eſt Luna in Conjunctione cum Sole; quia Hemiſphærium illuminatum a Tellure avertitur. Sit Tellus T: Luna in N, inter Solem & Tellurem; Hemiſphærium illuminatum erit *m* N *i*, quod a Tellure videri non poteſt. Dum Luna, in Orbita a Conjunctione ad Oppoſitionem fertur, pars illuminata, quæ ſemper Solem verſus dirigitur, continuo magis ac magis Spectatoribus in Tellure viſibilis eſt; & in Punctis A, B, C, ſucceſſive Figuras *a*, *b*, *c*, acquirit Luna. In P, in Oppoſitione cum Sole, rotunda apparet; deinde per D, E, F, tranſeundo decreſcit, ut in *d*, *e*, *f*, repræſentatur? Tab. 1. Fig. 7.

DEFINITIO 4.

§. 97. Conjunctio Lunæ cum Sole vocatur *Novilunium*. Poſt Conjunctionem Luna quaſi renaſci videtur.

DEFINITIO 5.

§. 98. Oppoſitio Lunæ cum Sole vocatur *Plenilunium*; quia Luna pleno Orbe lucida apparet.

DEFINITIO 6.

§. 99. Nomine communi Oppoſitio & Conjunctio Stellitis cum Sole vocantur *Syzygiæ*.

§. 100. In A & F pars Lunæ obſcura, Radiis a Tellure reflexis, paululum illuminatur; ideo pars hæc obſcura percipitur a Spectatore, cui Sol viſibilis non eſt, id eſt, in primo caſu poſt Occaſum Solis, in ſecundo ante hujus Ortum.

DEFINITIO 7.

§. 101. Quando Solis Lumen a Luna intercipitur, itaut in totum, aut pro parte, reſpectu Spectatoris cujuſcunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol di-

citur *Eclipſim* pati. Proprie loquendo, hæc eſt Eclipſis Telluris, in cujus Superficiem cadit Lunæ Umbra, aut Penumbra.

DEFINITIO 8.

§. 102. *Lunæ Eclipſis* eſt Obſcuratio Lunæ ex Umbra Telluris.

§. 103. Nunquam Solis Eclipſis obſervatur, niſi quando Novilunium celebratur. Nunquam Luna deliquium partitur, niſi in Plenilunio. Non tamen in ſingulis Syzygiis Luminaria deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ movetur, in quo ſemper dantur Sol & Tellus; quare propter Latitudinem Lunæ hujus Umbra in Novilunio ſæpe Tellurem non tangit, & ipſa in Plenilunio ad latus Umbræ Telluris tranſit. Quando autem Lunæ Latitudo aut nulla, aut exigua eſt, id eſt, quando in Nodo, aut prope hunc verſatur Luna in Syzygiis, Eclipſis obſervatur; in hoc caſu in Ecliptica, aut parum ab hac diſtans apparet Luna; & inde Nomen ſuum habet hæc Linea, ut diximus.

Tab. III Fig. 1. §. 104. Ut quæ Lunæ Eclipſim ſpectant, clarius pateant, ſit Lunæ Semita O O; Planum Eclipticæ R R; in hoc ſemper datur Centrum Umbræ Telluris; Nodus Orbitæ Lunæ eſt N. Si Umbra Tellurius ſit in A, non obſcuratur Luna, quæ in F tranſit. Si minus a Nodo diſtet Luna in Plenilunio, ut in G, Umbra Telluris datur in B, & Luna pro parte obſcuratur; hæc *Eclipſis* dicitur *Partialis*. Si, poſita Umbra in D, Plenilunium celebretur, in totum tenebris obtegitur Luna in I; in L in Umbram cadit, in H ex hac axit, & *Eclipſis* dicitur *Totalis*. *Centralis* vocatur *Eclipſis*, quando Centrum Lunæ tranſit per Centrum Umbræ, quod in ipſo Nodo N tantum obtinet.

§. 105. De Telluris Umbra huc uſque locuti ſumus; quia quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmoſphæram. De Atmoſphæræ Umbra proprie agitur in Eclipſibus Lunaribus; ipſius enim Telluris Umbra ad Lunam non pertingit.

§. 106.

§. 106. Sit T Tellus, Atmoſphæra F D G G D F circumdata. Radii ſolares B D, B D Atmoſphæram tangentes recta progrediuntur, & Atmoſphæræ Umbram terminant, extra quam ſi Luna detur, immediate a Radiis ſolaribus illuminatur, non vero eodem modo, inter B D & B D illuſtratur. Radii, qui oblique Atmoſphæram intrant. Refractionem patiuntur: & dum ad Tellurem accedunt, continuo in Medium denſius atque denſius penetrant; ideoque omnibus momentis inflectuntur, & per Curvas moventur. Sic Radii E F, E F in Curvis F G, F G Tellurem tangentibus, per Atmoſphæram penetrant. Omne Lumen inter E F, E F a Tellure intercipitur; & Radi G A, G A terminant Telluris Umbram. Lumen autem inter E F & B D ab Atmoſphæra refractum, diſpergitur inter G A & B D continuatas; & ultra A Mucronem Umbræ Telluris Lumina ab omnibus partibus accedentia confunduntur, ſed recedendo a Tellure continuo debiliora ſunt: itaut Umbra Atmoſphæræ non ſit Umbra perfecta, ſed Lumen debile, quo Luna in Eclipſi viſibilis eſt. Tab.2. Fig.8.

§. 107. Atmoſphæræ Umbra eſt conica; quia Solis Diameter Atmoſphæræ Diametrum, quæ vix a Telluris Diametro differt, ſuperat; & Conus hic ad Martem non pertingit, ut ex Obſervationibus immediatis conſtat, & facile quoque ex eo deducitur, quod Umbræ Diameter, in Loco ubi ab Orbita Lunæ ſecatur, a Telluris Diametro vix quarta parte ſuperatur.

§. 108. Ratiocinio ſimili illi, quo probavimus, Lunam in Atmoſphæræ Umbram cadere, quando in Plenilunio Luna in Nodo, aut prope hunc datur, probatur Lunæ Umbram in Tellurem cadere in Novilunio, quando aut in Nodo, aut prope Nodum, luna verſatur; ideoque in hoc caſo Solem Eclipſin pati; circa quam varia ſunt notanda (1).

d 2 §. 109.

(1) At cum Luna multo minor ſit Terra, nunquam illius umbra totum telluris diſcum ſuis tenebris involvere po-

Tab. 2. Fig. 9. §. 109. Sit Sol S; Luna L: cadat hujus Umbra in Planum quodcunque in G H. Umbra hæc Penumbra circumdatur; nam ultra M & E Planum hoc ab integro Solis Hemiſphærio illuminatur; ab M accedendo ad H, & ab E ad G, Lumen continuo minuitur, & in viciniis G & H Radii ab exigua tantum parte Superficiei Solis ad Planum perveniunt (1).

poterit, ſed exigua modo hujus pars obſcuratur; & Eclipſes hæ erunt omnes partiales; eæque ſolum Telluris partes in tenebris erunt, Solemque deficere videbunt, quæ Lunari umbra fuerint occupatæ. *Solis Eclipſes* dicuntur, quamquam impropriè, cum Sol ſuam lucem illibatam retineat, & tantum telluris partes, quas Lunaris umbra tangit lumine privantur.

(1) Quo clarius hæc intelligantur, ducatur recta A P M lævum Solis latus, dextramque Lunæ partem contingens; item D Q E dextrum Solis, & lævum Lunæ latus lambens, quæ priorem ſecet in R. Si manente puncto R immobili, recta R P M, vel R Q E indefinite protenſa, & Lunæ globum ſemper contingens, circa axem per R & L tranſeuntem convertatur, ſuperficies conica E Q P M indefinita generabitur, umbram perfectam Q G H P includens, & ſpatium etiam M P H G Q E, quod umbram circumambit. Hoc ſpatium *Penumbra* dicitur, quia non a toto Solis lumine illuſtratur, ſed tantum ab aliqua ipſius parte, quæ major eſt, vel minor, prout penumbræ partes magis ab umbra ſunt remotæ, aut ad illam magis accedunt. Penumbra ſiquidem non ejuſdem ubique eſt claritatis; partes quippe ipſius prope G & H, coni umbroſi oras, ſunt obſcuriores, quam prope E & M penumbræ terminos; illæ enim minori Solaris diſci parte illuſtrantur, quam reliquæ ab axe coni magis remotæ. Spectator in I, vel F, dimidiam Solaris diſci faciem ſpectabit, ut videre eſt ductis ab iiſdem punctis per Lunæ oras Q & P rectis I P B, F Q B, reliqua diſci parte a Luna obtecta. In Solari itaque Eclipſi erunt tractus telluris Lunæ penumbra occupati, erunt & alii in umbram immerſi, ſi ſcil. Telluris diſtantia a Luna minor ſit umbræ lunaris altitudine: igitur quæ loca telluris occupantur ab umbra, ea Sol omnino latet, eritque eorum reſpectu totale Solis deliquium; ſed quæ loca tranſit penumbra, Sol pro parte latebit, pro reliqua conſpicuus erit, diciturque ea Solis defectio tantum *partialis Eclipſis*; quæ quidem major, vel minor erit, prout ea loca ad umbram magis, vel minus accedunt.

DEFINITIO 9.

§. 110. Lux hæc imminuta, qua ab omni parte Umbra G H circumdatur, vocatur *Penumbra*.

§. 111. Simili *Penumbra* Telluris Umbra in Eclipſi Lunari circumdatur. Sed hæc tantum in viciniis Umbræ ſenſibilis eſt, & ideo exiguam habet Latitudinem; integra autem poteſt obſervari a Spectatore poſito in Plano, in quod Umbra cadit, qui caſus in Eclipſi Solari exſtat. Spectator in I aut F Semi-diametrum Solis tantum videre poteſt, reliquum Diametri a Luna tegitur; & ab M progrediendo H verſus, Sol a Luna continuo magis ac magis obtegitur, donec in ipſa Umbra plane inviſibilis ſit (1).

§. 112. Ex hiſce ſequitur Solarem dari Eclipſim, licet Lunæ Umbra Tellurem non tangat, ſi modo Penumbra ad hujus Superficiem perveniat.

Etiam non in omnibus Locis, in quibus Sol viſibilis eſt Eclipſin obſervari; & in Locis, in quibus obſervatur, diverſam eſſe, prout Umbra, aut pars varia Penumbræ, per Locum tranſit.

Lunæ Eclipſis vero ubique eadem eſt, ubi Luna, durante Eclipſi, viſibilis eſt.

Quando Umbra ipſa Lunæ in Tellerem cadit, *Totalis* dicitur Solis Eclipſis; ſi Penumbra tantum pertingat ad Tellurem, *Partialis* dicitur, illudque in genere conſiderando Eclipſin.

Quantum autem ad Loca peculiaria, *Totalis* dicitur in illis Locis, per quæ Umbra tranſit; *Centralis* in illis, per quæ Centrum Umbræ tranſit, id eſt, in quibus Centrum Lunæ tegit Solis Centrum;

 tandem

(1) Cum telluris umbra ſimili penumbra undique circumambiatur, Luna nequit ad ejus umbram pertingere, niſi prius penumbram ſubeat. Hinc intelligitur cur ingruente Eclipſis tempore, Luna expallere incipiat; magis autem magisque palleat, prout ad interiores penumbræ partes magis accedit, donec ad umbram cum tandem devenerit, penitus obſcuretur; pallor enim oritur ex penumbra, obſcuratio vero ab umbra.

tandem *Partialis* dicitur, ubi Penumbra tantum tranſit. Vide Fig. 10. Tab. 2.

Tab. 2. Fig. 9. §. 113. Quo Umbra G H latior eſt, eo in plubus Locis Eclipſis totali eſt, & diutius Sol in totum obſcuratur. Diverſa vero eſt hæc Umbræ Latitudo, pro varia Lunæ a Tellure, & hujus a Sole, diſtantia.

§. 114. Si Solis Eclipſis detur, poſita Tellure in Perihielio, & Luna in Apogeo, id eſt, ad diſtantiam a Tellure maximam, Umbra Lunæ ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum Solem non obtegit; Annularis talis dicitur Eclipſis; qualem in Figura 11. Tab. 2. exhibemus.

CAPUT VII.

De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.

§. 115. SOlis Motus circa Axem ſenſibilis eſt ex Maculis, quæ in Solis ſuperficie ſæpiſſime obſervantur: hæ ſingulis Diebus Situm & Figuram mutare, & nunc celerius, nunc tardius ferri, videntur, quæ omnia ex Motu Superficiei ſphæricæ facile deducuntur: & Sol, qui ſi tali Motu non agitaretur, ſemel tantum in integro Anno totam Superficiem Telluri ſucceſſive obverteret, nunc illam integram, in minuti quam unius Menſis ſpatio, Terricolis videndam præbet.

Similia ſunt Phænomena ex Ratione Jovis, Martis, & Veneris, circa Axes, qui Motus, ex Maculis in Planetarum Superficiebus, ſenſibiles ſunt. Conferantur ea, quæ ad §. 24. ſunt adnotata.

§. 116. Dum Tellus circa Axem rotatur, Spectator, qui tranſfertur, ſe quieſcere, omnia vero Corpora cœleſtia moveri, imaginatur. Confert quæ in Phyſicæ Elementis ad §. 997. adnotavimus.

DE-

DEFINITIO 1.

§. 117. Puncta in Sphæram Stellarum fixarum, in quibus Axis Telluris ab utraque parte continuatus pertingit, vocantur *Poli Mundi*; idemque axis continuatus, *axis Mundi* appellatur.

DEFINITIO 2.

§. 118. Motus apparens ex Motus Telluris circa Axem, vocatur *Motus diurnus*.

DEFINITIO 3.

§. 119. Concipitur Planum per Centrum Telluris tranſiens, ad hujus Adem perpendiculare, quaquaverſum continuatum, & Circulus, in quo Sphæram Stellarum fixarum ſecat, vocatur *Æquator cæleſtis*.

In Motu Telluris circa Solem movetur Æquator, ſed cum Planum hujus Circuli Motu parallelo feratur: Æquator cœleſtis non mutatur (1).

DEFINITIO 4.

§. 120. Circuli, quorum Plana per Axem Telluris tranſeunt vocantur *Meridiani*. Omnes per Polos Mundi tranſeunt, & ad Æquatorem perpendiculares ſunt.

(1) Quemadmodum per *ſecundarius* Eclipticæ, quodvis in Cœlo punctum ad eandem Eclipticam poteſt referri, ita Æquator ſuos habet *ſecundarios*. Per Æquatoris, ſeu Mundi polos, & datum ſydus hi circuli tranſeunt, Æquatorem idcirco ad angulos rectos interſecantes. Arcus Æquatoris inter initium Arietis, & punctum interſectionis *Secundarii* per datum ſidus tranſeuntis, dicitur ejus ſideris *aſcenſio recta*. Ejuſdem vero *declinatio* eſt arcus *Secundarii* ſtellam inter & Æqnatorem interceptus; eſtque *borealis*, vel *auſtralis*, prout verſus hunc, vel illum polum Stella declinat. Secundariorum Æquatoris ſunt præcipui duo *Coluri* communiter dicti; quorum alter per puncta Æquinoctialia tranſiens *Colurus Æquinoctiorum* dicitur; alter priorem ad angulos rectos ſecans, & per Eclipticæ, & Æquatoris polos tranſiens, dicitur *Colurus Solſtitiorum*, quod ſcilicet Eclipticæ occurrit in punctis Solſtitialibus, quæ ab Æquatore ſunt remotiſſima.

DEFINITIO 5.

§. 121. Arcus Meridiani cujuſcunque, inter Æquatorem & Sidus interceptus, vocatur *Declinatio Sideris*, ſuntque adeo Meridiani Æquatoris ſecundarii.

Tab. 3. Fig. 2. §. 122. Sit in Tellure T Spectator, qui viſum dirigit per T A; poſt aliquod Tempus, ubi Linea T A Motu Telluris translata erit in T *a*, ſi per eandem Lineam viſum Spectator dirigat, Corpus A translatum apparebit per Arcum *a* A; ubi vero Linea ad priſtinum ſitum T A redierit, Corpus integram Revolutionem peregiſſe videbitur. Si autem viſum per Telluris Axem dirigat Spectator, quia dum Tellus rotatur, quieſcit Axis, Corpus, quod in hoc videtur, non translatum apparebit; ideo in Polis Mundi Motus diurnus non obſervatur. Corpora autem in horum viciniis circa Polos rotari clarum eſt, & Corpus Motu diurno Circulum eo majorem deſcribere circa Polum immobilem, quo magis ab hoc diſtat. Ideo tota Sphæra Stellarum fixarum circa Axem Telluris continuatum rotari videtur in eo Tempore, in quo Tellus revera circa Axem rotatur. Motus ergo diurnus communis eſt omnibus Corporibus cœleſtibus, niſi quatenus turbatur Motibus antea memoratis (1).

§. 123.

(1) Cum Spectator in Telluris motu circa ſuum axem ſibi quieſcere videatur, corpora vero cœleſtia, ad quæ attendit, moveri, clare liquet, ubi linea T A in ſitum T *a* pervenit, corpus A per atcum *a* A motum fuiſſe ſibi appariturum, ſcilicet verſus plagam contrariam ei, qua Tellus movetur. Cumque tellus ab occaſu in ortum 24 horarum ſpatio circa axem ſuum revolvatur, ſequitur univerſam Stellarum fixarum ſphæram, ſeu Firmamentum, & in eo contenta quæque corpora ab ortu in occaſum eodem temporis intervallo moveri apparere, præſcindendo ſcil. ab omni alio motu, quo Aſtra contraria ratione, ab occaſu ſcilicet in ortum, ferri poſſunt. Id revolutionis tempus dicitur *dies Æquinoctialis*, quod ſcilicet labitur, donec punctum aliquod Æquatoris, vel ejus paralleli a Meridiano profectum, ad eundem Meridianum redit. Dies hic ſemper idem eſt & conſtans, eodemque 24 horarum intervallo ſemper abſolvitur; & quemadmodum 360 Æqua-

§. 123. Æquator ab utroque Polo æqualiter diſtat, & dividit Cœlum in duo Hemiſphæra, quorum Puncta media ſunt Poli Mundi; qui ergo a ſingutis Punctis Æquatoris æqualiter diſtant; Corpora idcirco coeleſtia, quæ ſunt in Æquatore, Motu diurno ipſum Æquatorem deſcribere videntur, Circulum omnium maximum, qui Motu diurno deſcribi poteſt; reliqua Corpora Circulos Æquatori parallelos deſcribunt.

§. 124. Axis Telluris ad Planum Eclipticæ inclinatur, & efficit Angulum 66 gr. 31'; diſtant ideo Poli Mundi a Polis Eclipticæ Gradibus 23 29'.; & Angulum 23 gr. 29'. cum Plano Eclipticæ efficit Planum Æquatori (1). Planum utrumque per Telluris Centrum tranſit; cum autem hoc pro Centro Sphæræ Stellarum fixarum haberi poſſit, ſequitur Æquatorem & Lineam Eclipticam eſſe Circulos majores, qui ad ſe mutuo inclinantur, & ſeſe mutuo ſe-

quatoris gradus a dato quovis in eo puncto 24 horis percurruntur, ita 15 ejuſdem gradus unius horæ intervallo abſolventur, & unus Æquatoris gradus quatuor horæ minutis primis, 15 minuta prima Æquatoris unico horæ minuto.

(1) Angulus 23. 29', quem Eclipticæ planum cum plano Æquatoris conſtituit, maximam notat ejuſdem Eclipticæ declinationem, Coluri Solſtitiorum arcu, inter ea duo plana intercepto, dimetiendam. Eam unanimiter omnes modo Aſtronomi poſt Cl: de la-Hire obſervationes prope Æquatorem habitas, uſurpant, conſtantemque & invariabilem habent. At Veteribus, Recentioribusque Aſtronomis alia fuit ejuſdem declinationis menſura; Pytheas eam poſuit grad. 23. 52'. 41", Eratoſthenes, Hipparchus, & Ptolemæus 23. 51'. 20", Copernicus 23. 28'. 30", Tiche 23. 30'. 22", Keplerus 23. 30'. 30", Gaſſendus 23. 31', Ricciolus & Hevelius 23. 30'. 20". Suſpicati ſunt plures, iique celeberrimi Aſtronomi, veluti Copernicus, Ticho, Bullialdus, aliique, Eclipticæ declinationem variabilem eſſe, & inter ceteros noſtro tempore Hugenius de Louville in Actis Eruditorum An. 1719 operose adſtruit Eclipticæ obliquitatem ſingulis ſeculis uno minuto primo decreſcere: idipſum exiſtimaſſe Ægyptios auctor eſt Herodotus, ex quorum traditione refert Eclipticam ad circulum Æquinoctialem fuiſſe quondam perpendicularem, atque adeo per Mundi polos tranſiſſe. At obſcuriſſima, & valde incerta hæc ſunt, de quibus futuris ſeculis fortaſſe quidpiam ſtatuere licebit; & interim præſtat Eclipticæ declinationem conſtantem habere cum ceteris Aſtronomis, ſcil. grad. 23. 29'.

ſecant in duobus Punctis oppoſitis, principio Arietis, & principio Libræ; quæ Puncta in via Solis hiſce interſectionibus determinantur.

§. 125. Quando Sol eſt in illis Punctis, Motu diurno Æquatorem deſcribere videtur. Dum Motu ſuo apparenti in Ecliptica transfertur, continuo magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus Declinatio, & Circulos de die in diem minores deſcribit, donec ad diſtantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ eſt 23. gr. 29′: deinde iterum ad Æquatorem accedit, hunc prætergreditur, etiam ad 23. gr. 29′, ad Polum oppoſitum accedens.

D E F I N I T I O 6.

§. 126. Circuli a Sole Motu diurno deſcripti, ab Æquatore maxime diſtantes, id eſt 23. gr. 29′, vocantur *Tropici*.

Unus tangit Lineam Eclipticam in primo gradu Cancri, & dicitur *Tropicus Cancri*; alter *Tropicus Capricorni* nominatus, per primum Punctum Signi Capricorni tranſit, ibique Eclipticam Lineam tangit.

D E F I N I T I O 7.

§. 127. Polus Mundi Tropico Cancri vicinus, vocatur *Polus Arcticus*, & *Septentrionalis*; oppoſitus *Antarcticus* nuncupatur, etiam *Auſtralis*.

D E F I N I T I O 8.

§. 128. Circuli a Polis Eclipticæ Motu diurno deſcripti, id eſt, a Polis Mundi 23. gr. 20. diſtantes, nominantur *Circuli Polares*.

Circulus Polaris Arcticus dicitur, qui Polum Arcticum circumdat; a Polo Antarctico alter nomen ſuum mutuatur.

§. 129. Supereſt Lunæ Motus circa Axem, cujus Effectus eſt, quod eadem Lunæ Facies in perpetuum Telluri obvertatur.

Tab. 2. Fig. 7. Sit Luna in N, Facies Telluri obſerva eſt *m n i*; ſi Luna circa Axem non rotaretur, & ſingula Puncta

ſta per Lineas parallelas tranſlata forent, Linea *m i* coincideret cum Linea *l n* in ſitu Lunæ in B, & Hemiſphærium memoratum *m n i* daretur in *l m n*; ſed quia dum Luna quartam partem Orbitæ deſcribit, etiam quartam partem Revolutionis circa Axem peragit, Facies, quæ daretur in *l m n*, nunc datur in *m n i*, id eſt, iterum Telluri obverſa. Eodem modo probatur hanc eandem Faciem *m n i*, in ſitu Lunæ in P, Spectatori in Tellure eſſe conſpicuam, & in E etiam Telluri obverti: ut & in omnibus aliis Punctis Orbitæ Lunæ. Continuo illa pars Faciei Lunæ, quæ hujus Motu in Orbita a Tellure avertitur, Motu ejusdem circa Axem huic obvertitur.

§. 130. Cum vero Motus circa Axem ſit æquabilis, & in Orbita celeritate inæquali Luna feratur, contingit, verſante Luna in Perigeo, id eſt, ad diſtantiam minimam a Tellure, ubi celerrime in orbita movetur, partem Superficiei, quæ ex Motu in Orbita, a Tellure avertitur, non totam ex Motu circa Axem huic obverti; ideo pars Superficiei Lunæ antea non viſa, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogeum, iterum inviſibilis eſt.

§. 131. Hac de cauſa Luna Motu quodam libratorio agitata videtur.

§. 132. Alius etiam in Luna obſervatur Motus libratorius. Siquidem Axis Lunæ ad Planum Orbitæ non eſt perpendicularis, ſed paululum ad hoc inclinatur: Axis in Motu ſuo circa Tellurem Parellelisſmum ſervat, ut de Planetis primareis dictum, idcirco Situm ſuum mutat reſpectu Spectatoris in Tellure, cui nunc unus, deinde alter Lunæ Polus viſibilis eſt: unde hæc motu quodam vibratorio agitata videtur.

CA-

CAPUT VIII.

De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculares hujus Partes, ſpectantibus.

§. 133. PHænomena cœleſtia huc uſque examinata explicavimus, Spectatorem conſiderando agitatum Motibus, quibus Tellus revera agitatur. Illum nunc Superficiei Telluris impoſitum, & per varias hujus partes translatum conſideramus.

§. 134. Phænomenon primum hic notandum eſt, ex interpoſita Tellure, dimidium Cœlorum viſum fugere Spectatoris poſiti in illius Superficie.

DEFINITIO I.

§. 135. Circulus in Cœlis, qui ſeparat partem viſibilem ab inviſibili, quando Radii inæqualitatibus in Telluris Superficie non intercipiuntur, vocatur *Horizon*.

Cum Altitudo, ad quam Spectator ſupra Telluris Superficiem poſſit attolli, admodum exigua ſit, relata ad Telluris Semi-diametrum, Oculus ſpectatoris poteſt haberi pro poſito in ipſa ſuperficie.

Tab. 3. Fig. 4. Sit Tellus T; Spectator in S; P E *p e* Sphæra Stellarum fixarum; ſi per S concipiatur Planum HH Tellurem tangens, erit hoc Horizontis Planum, cujus ſectio cum Sphæra Stellarum fixarum eſt Horizon. Per Centrum Telluris concipitur Planum *hh*, ad H H parallelum; Diſtantia *h* H inſenſibilis eſt, propter immenſam Stellarum fixarum diſtantiam; poteſt ideo hujus Plani ſectio cum Sphæra memorata pro Horizonte H H uſurpari (1).

DE-

[1] Accurate loquendo duplex diſtingui debet Horizon, prior ſcilicet H H *phyſicus* & *ſenſibilis* dictus, quod reapſe ſenſibilem & conſpicuam Cœli partem ab inconſpicua diſterminet; alter, ut *b b*, *aſtronomicus* & *rationalis* dicitur, quod ſcilicet ab Aſtronomis ſola mente non ſenſu concipiatur. Hic cum per centrum ſphæræ Cœleſtis tranſeat, circulus eſt in ea

DEFINITIO 2.

§. 136. Adſcenſus Siderum ſupra Horizontem, vocatur horum *Ortus*.

DEFINITIO 3.

§. 137. Deſcenſus infra Horizontem dicitur Siderum *Occaſus*.

DEFINITIO 4.

§. 138. Si per Centrum Telluris, & Spectatorem concipiamus Lineam, quæ neceſſario Horizonti perpendicularis eſt, inter Stellas fixas pertinget in Puncto Z, quod vocatur *Zenit*.

DEFINITIO 5.

§. 139. Punctum huic oppoſitum N vocatur *Nadir* (1).

DEFINITIO 6.

§. 140. Sectio Plani Meridiani per Spectatorem tranſeuntis cum Horizonte, vocatur *Linea Meridiana* (2); eaque a Septentrione ad Auſtrum dirigitur.

DE-

maximus, eamque in duas æquales partes, ſeu duo hemiſphæria diſpeſcit. At horizon ſenſibilis per centrum non tranſiens in duo inæqualia ſegmenta ſphæram dividit, quæ tamen, ut alibi etiam obſervatum eſt, phyſice æqualia haberi poſſunt.

(1) Sunt adeo duo hæc puncta Z & N horizontis poli, & jure *puncta verticalia* appellantur. quod vertici, & pedibus Spectatoris perpendiculariter immineant. Hæc cum ad ſingulos Spectatoris inceſſus mutentur, patet utrumque horizontem fixum & immobilem circulum non eſſe, ſed variabilem.

(2) Hujus lineæ inſignis uſus eſt in Aſtronomia, Geographia Gnomonica: invenitur facilli, me erigendo ex dato Plani horizontalis puncto perpendicularem ſtylum, ſeu gnomonem, cujus radici, ſeu puncto apici, directe ſubjecto, ut centro deſcribatur circuli circumferentia, in qua punctum notetur, quod ante Meridiem apicis umbra attingit. Rurſus poſt Meridiem ſimilis obſervatio fiat, ſigneturque ejuſdem circumferentiæ punctum ad quod apicis umbra pervenit. Interjectus inter hæc puncta circumferentiæ arcus bifariam dividatur, & per id biſectionis punctum, & circuli centrum recta-

DEFINITIO 7.

§. 141. *Pars* Cœlorum *Orientalis* dicitur illa, ad quam Corpora cœleſtia ſupra Horizontem adſcendere videmus. Oppoſita Cœli pars, in qua infra Horinzontem eadem Corpora deſcendunt, dicitur *Occidentalis*.

Hæc duæ partes linea Meridiana ſeparantur, quam ad utramque partem ad Cœlum uſque in Plano Horizonris continuatam concipimus.

§. 142. *Punctum Orientis* illud eſt, in quo Perpendicularis ad lineam Meridianam, partem Orientalem verſus per Spectatorem ducta, Sphæram Stellarum fixarum ſecat.

DEFINITIO 8.

§. 143. Punctum huic oppoſitum vocatur *Punctum Occidentis*.

DEFINITIO 9.

§. 144. *Amplitudo* allicujus ſideris eſt Arcus Horizontis inter Punctum Orientis, aut Occidentis, & Punctum, in quo Sidus oritur, aut occidit, interceptus. Prima dicitur *Ortiva*, altera *Occidua*: utraque eſt aut ſeptentrionalis, aut meridionalis; prout ad ſeptentrionale aut meridionale hemiſphærium ſpectat.

DEFINITIO 10.

§. 145. *Altitudo Sideris ſupra Horizontem* vocatur Arcus Circuli perpendicularis ad Horizontem, in cujus Centro eſt Spectator, inter Horizontem & Sidus interceptus.

§. 146.

recta linea ducatur; hæc erit quæſita Meridiana. Nam cum apicis umbra ante & poſt Meridiem eam circumferentiam attingat, Sol iiſdem temporibus a Meridiano æqualiter diſtat: linea ergo per centrum circuli, & id medium punctum ducta in Meridiano plano eſſe debet; ſed ex hypotheſi eſt etiam in horizonte; ergo communis erit eorundem planorum ſectio. Quovis anni tempore, dum gnomonis umbra in ea linea verſatur, præciſe in eo loco ſit Meridies.

§. 146. Quando agitur de Corporibus remotis, Altitudo ſenſibiliter non differt, ſive Spectator detur in Superficie Telluris, ſive in hujus Centro. Corpora minus diſtantia altiora apparent, poſito Spectatore in Centro.

Definitio II.

§. 147. Differentia Altitudinis Sideris, pro diverſo ſitu Spectatoris, in Centro, aut in Superficie, Telluris, vocatur *Sideris Parallaxis* (1).

§. 148.

[1] Siderum parallaxim jejune nimis hic Auctori indicatam præſtat oppoſito ſchemate paulo fuſius in Tironum gratiam explicare. Sit [*Fig.* 2. *Tab.* 4. *Aſtron.*] T Telluris centrum, quod & Sphæræ Cœleſtis centrum etiam ſupponimus: A ſit oculus Spectatoris in terræ ſuperficie, ejuſque vertex ſeu Zenit P: circulus P H I referat Cœlum Stellatum, linea A E D horizontem ſenſibilem, T I rationalem. In horizontali linea A D jaceat ſidus C, quod ſi ab oculo A inſpiciatur, ad punctum D Cœli ſtellati in eadem horizontali linea referetur, qui *locus* ejus *apparens* dicitur. Quod ſi idem ſidus e Telluris centro T ſpectetur, in G apparebit, arcu D G ſupra horizontem elevatum, qui dicitur ejuſdem ſideris *locus verus*; & arcus G D differentia inter locum verum & viſum, dicitur *Parallaxis Altitudinis*, & ſimpliciter *Parallaxis* ejus ſideris.

Quod ſi idem ſidus ſupra horizontem altius elevetur, puta ex C in M venerit, ejus locus verus a telluris centro viſus eſt O; viſus vero a ſuperficiei puncto A eſt H, & parallaxis eſt arcus O H, qui arcu G D minor eſt. Hinc patet ſideris in horizonte exiſtentis parallaxim eſſe omnium maximam; quo altius attollitur ſidus, eo minorem fieri parallaxim, donec cum ad verticem ſidus pervenerit, nulla illa ſit; ſi quidem cum in Q datur phænomenon, id tam ex A, quam ex T conſpectum, in eadem recta T P videtur, nullaque tum eſt differentia inter locum verum & viſum.

Quo remotius fuerit a Terra ſidus, eo minor ſit ejus parallaxis, ita ſideris E e tellure longius remoti parallaxis eſt F D, quæ minor eſt parallaxi D G ſideris C minus a tellure diſtantis: item ſideris N parallaxis eſt O L minor parallaxi O H propioris ſideris M.

Ex dictis liquet parallaxim eſſe differentiam inter diſtantiam ſideris a centro telluris viſi a vertice, & eam quæ ab eodem vertice datur, dum a telluris ſuperficie conſpicitur; ita O L eſt differentia inter arcum P O & PL; GD eſt differentia inter arcum P G. & PD.

Diſtantiam ſideris N a centro T conſpecti, a vertice P, metitur angulus P T N, diſtantiam vero apparentem ex telluris ſuperficiei puncto A, ſcilicet arcum P L, metitur angulus P A L. Horum angu-

§. 148. Solius Lunæ Parallaxis Obſervationibus determinatur, quæ, Luna in horizonte exiſtente, gradui & amplius æquatur: reliquorum Corporum Syſtematis Planetarii diſtantiæ nimiæ ſunt, ut cum Se-

lorum differentia eſt angulus T N A, ob angulum externum P A L duobus internis A T N, A N T, per 32. l. 1. æqualem, Hic ergo angulus A N T, vel ad verticem oppoſitus O N L parallaxim metitur, qui idcirco & *parallaxis*, & *angulus parallacticus* etiam appellatur.

Eſt autem hic angulus parallacticus ubique ille, ſub quo Terræ ſemidiameter per obſervatoris locum ducta e ſidere videretur; hinc ubi ea ſemidiameter directe videtur, ut cum in horizontali linea A D reperitur ſidus, is angulus eſt maximus; nullus vero eſt, cum ſidus in vertice reperitur, & aſcendendo ab horizonte ad verticem perpetuo minuitur ſecundum hanc rationem, *ut ſinus parallaxis ſit ad ſinum diſtantiæ ſideris a vertice, in conſtanti ratione ſemidiametri telluris ad ſideris diſtantiam ab ejusdem telluris centro*. Siquidem, per notiſſimum Trigonometriæ theorema, in triangulo A N T eſt ſinus anguli A N T ad ſinum anguli N A T, ſeu N A P, ut A T ad T N, ſcilicet, in conſtanti ratione ſemidiametri telluris ad ſideris diſtantiam ab ejusdem centro.

Hinc facile colligitur ſinum parallaxis ſideris, puta in C, ad ſinum parallaxis ejusdem in M eſſe, ut ſinus anguli P A C ad ſinum anguli PAM: quamobrem ſi detur ſideris parallaxis in aliqua ejus a vertice diſtantia, puta in horizonte exiſtentis, dabitur quoque ejusdem parallaxis in alia quacunque ab eodem vertice diſtantia.

Colligitur etiam, data ſideris alicujus a Telluris centro diſtantia, dari etiam ejus parallaxim, & vice verſa data ſideris parallaxi, dari quoque ejusdem a Telluris centro diſtantiam. Nam in triangulo A E T rectangulo in A ex datis ſemidiametro telluris T A, & E T diſtantia ſideris, invenietur per trigonometriam angulus A E T parallaxis ſideris horizontalis. Et viciſſim in eodem triangulo dato angulo A E T, angulo recto in A, & ſemidiametro telluris A T, datur quoque diſtantia ſideris T E, tum A E.

Hinc tandem liquet parallaxis quantitatem dependere a ratione, quam ſemidiameter telluris habet ad phænomeni vel ſideris diſtantiam; quæ ratio cum exiguiſſima ſit, & reſpectu fixarum fere infiniteſima, nil mirum ſi earum parallaxis nullis ſenſibilibus & accuratis menſuris poſſit definiri. Si ſtella longius 15000 ſemidiametris terreſtribus a telluris centro abſit, ejus parallaxis etiam horizontalis inſenſibilis erit; etenim ſi E T ſit ad T A, ſeu radius ad ſinum anguli T E A, ſit ut 15000 ad 1., invenietur angulus T E A minor ſcrupulis ſecundis 13, qui tam exiguus eſt, ut nullis inſtrumentis poſſit obſervari.

Semi-diametro Telluris conferantur ; & Parallaxis pendet a ratione, quam Semi-diameter Telluris ad diſtantiam Planetæ habet ; idcirco ipſius Martis in oppoſitione cum Sole Parallaxis obſervationes ſubtiliſſimas effugit.

§. 149. Ubi Parallaxis datur, adſcenſu corporis ſupra Horizontem minuitur, & in Zenit nulla eſt.

§. 150. Altitudo apparens Siderum mutatur etiam ex alia cauſa, quæ reſpectu omnium corporum cæleſtium indiſcriminatim locum habet. Ex Atmoſphæræ refractione radii infleċtuntur, & Sidera altiora apparent ; quo tamen altiora ſunt, eo minor eſt hæc Inflexio, quia radii minus oblique in Atmoſphæræ ſuperficiem incidunt. In Zenit refractio nulla eſt, etiam ad diſtantiam viginti, aut triginta graduum a Zenit ſenſibilis non eſt.

Cum ex hac Refractione Sidera attollantur, viſibilia ſunt antequam ad Horizontem perveniant. Conferantur ea, quæ cap. 28. §. 877. in his Phyſicæ Elementis dicta ſunt.

§. 151. Hæc omnia generaliter Telluris ſuperficiem ſpectant ; hujus variæ partes nunc ſunt examinandæ : determinantur hæ referendo ad Tellurem varios Circulos, quos in Cælis antea conſideravimus. Ad Tellurem referuntur Æquator, Meridiani, Tropici, Circuli Polares ; quibus Circulis Telluris Superficies dividitur, ut Circulis in Caelis Sphæra Stellarum fixarum. Et Circuli hi ita ſibi mutuo reſpondent, ut ducta Linea ex centro Telluris ad Circulum in Caelis, hæc per Circulum reſpondentem in Tellure tranſeat. Si Poli fuerint P, *p* ; Æquator erit E *e* ; Tropici TT, *tt* ; Circuli Polares AA, *aa*. Tab. 3. Fig. 9.

DEFINITIO 12.

§. 152. *Meridianus Loci* dicitur ille, qui per Locum ipſum & terræ polos tranſit.

Hujus Planum ad Horizontem eſt perpendiculare ; quia per centrum Telluris & Spectatorem

tranſit (1). Linea Meridiana in Loco quocunque ducta eſt pars Meridiani Loci.

Definitio 13.

§. 153. *Latitudo Loci* eſt hujus diſtantia ab Æquatore, id eſt, Arcus Meridiani interceptus inter Locum & Æquatorem.

Definitio 14.

§. 154. *Circuli paralleli ad Æquatorem*, vocantur Circuli Latitudinis; ut B *b*.

Tab. 3. Fig. 9.

Determinata Latitudine Loci, determinatur Circulus Latitudinis, qui per Locum tranſit. Ut autem ſitus variorum Locorum inter ſe conferantur, in ſingulis Circulis Loca notanda ſunt; quod fit concipiendo Meridianum per Locum quemcunque notabilem tranſeuntem, qui, ſectione ſua, in ſingulis Circulis Latitudinis, Punctum determinat, a quo diſtantiæ locorum menſurantur.

Definitio 15.

§. 155. Meridianus memoratus, ad arbitrium ſumtus, vocatur *Primus Meridianus* (2).

Definitio 16.

§. 156. Diſtantia Loci a primo Meridiano, in Circulo Latitudinis Loci, vel Æquatoris menſurata, vocatur *Loci Longitudo*.

§. 157.

(1) Qui a Borea verſus Auſtrum, vel viciſſim, in Superficie terreſtri incedunt, eundem habent omnes Meridianum, ut patet; at cum indeſinenter eo in inceſſu locorum vertices ad diverſa ejuſdem meridiani circumferentiæ puncta referantur, eadem loca diverſos habere debent horizontes, diverſis ſcilicet verticalibus punctis, quæ eorundem horizontalium circulorum ſunt poli, reſpondentes. At inced[illegible] in Occaſum, vel viciſſim, ad ſingulos inceſſus cum meridiani, tum horizontes perpetuo mutantur, ut conſideranti facile patet.

[2] Hunc Auctores varii pro libitu quiſque ſuo varium ſtatuerunt; ſed communiter modo a Geographis præſertim Gallis primus Meridianus definitus eſt tranſire per inſulam Ferri ex Canariis, Palmæ inſulæ verſus Occaſum proximam.

Digitized by Google

§. 157. Aſtronomi omnia referunt ad Meridianum Loci, in quo Obſervationes ſuas inſtituunt.

§. 158. In explicandis Phænomenis, quæ varias Telluris Superficiei partes ſpectant, conſiderabimus Spectatorem a Polo Æquatorem verſus incedentem; ſolumque Motum diurnum primo conſiderabimus.

§. 159. Quando Spectator in ipſo Polo Telluris T datur in S, cum Horizonte coincidit Æquator coeleſtis E *e*, & Polus Mundi P eſt in Zenit; in hoc caſu, quia Circuli ad Horizontem paralleli, etiam ad Æquatorem paralleli ſunt, omnia corpora coeleſtia motu parallelo ad Horizontem moveri videntur in Circulis, qui repræſentantur per lineas A *a*, B *b*. Corpora coeleſtia in Hemiſphærio E P *e* nunquam occidunt; reliqua nunquam videntur. Horizon in hoc ſitu dicitur *parallelus*, aut *Sphæra parallela* (1). Tab. 3. Fig. 3.

§. 160. Si Spectator in Tellure T a Polo recedat, & detur in S, Horizon dicitur *obliquus*, aut *Sphæra obliqua*; Axis P *p* nunc inclinatur ad Horizontem *b b*, eo magis, quo Spectator magis a Polo removetur. Tab. 3. Fig. 4.

DEFINITIO 17.

§. 161. Angulus, quem Axis Telluris cum Horizonte efficit, vocatur *Altitudo Poli*.

Hæc Poli Altitudo æqualis eſt Latitudini. Altitudo Poli eſt Angulus P T *b*, cujus menſura eſt Arcus Meridiani P *b*; Latitudo menſuratur Arcu, qui in Tellure reſpondet Arcui Z E in Coelis. Hic autem

[1] Cum in hac Sphæræ poſitione Æquator plane congruat cum horizonte, ſex Zodiaci ſigna, quæ ſunt in hæmiſphærio poli conſpicui perpetuo ſupra horizontem manebunt, & ſex reliqua perpetuo infra horizontem: hinc quamdiu Sol in ſex illis prioribus ſignis verſatur, tandiu ſupra horizontem nobis conſpicuus erit; infra illum vero latebit, quamdiu per reliqua ſex abripietur. Erit ergo hanc Sphæræ poſitionem incolentibus una tantum dies, unaque nox, utraque nimirum ſex menſium. Maxima Solis altitudo ſupra horizontem 23. grad. & min. 30. non excedit; tandundem infra horizontem deprimi poteſt; tanta ſiquidem eſt Solis ab Æquatore, qui cum horizonte congruit, declinatio.

tem æqualis eſt Arcui P b ; utriuſque enim complementum ad quadrantem Circuli eſt Arcus ZP.

§. 162. In hoc ſitu Spectatoris, quia Æquator ad Horizontem inclinatur, omnia Corpora caeleſtia in Circulis ad Horizontem inclinatis, Lineis A a, B b, repræſentatis, Motu diurno feruntur.

Quædam Corpora caeleſtia in ſingulis Telluris Revolutionibus oriuntur, & occidunt, illa nempe quæ dantur inter parallelos ad Æquatorem B b & b i; quia omnes paralleli inter hos Horizonte ſecantur.

Plana Æquatoris & Horizontis per Telluris centrum tranſeunt; hi Circuli ideo ſeſe mutuo ſecant in duas partes æquales, & dimidium Æquatoris ſupra Horizontem datur; idcirco Corpora caeleſtia, quæ in Æquatore ſunt, per Semi-revolutionem Telluris circa Axem, ſupra Horizontem verſantur; & propter æquabilitatem Motus circa Axem, per æquale Tempus inviſibilia ſunt.

Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur; & in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt; nam Sectio Planorum Æquatoris, & Horizontis perpendicularis eſt ad Planum perpendiculare ad ambo illa Plana; hoc autem eſt Planum Meridiani Loci; quare Sectio memorata ad Lineam Meridianam normalis eſt; ideoque per puncta Orientis & Occidentis tranſit.

Corpora inter Æquatorem & parallelum B b, qui Horizontem tangit, ut in Circulo A a, diutius ſupra Horizontem, quam infra Horizontem verſantur; & differentia hæc eſt eo major, quo magis Circulus, ut A a, ad Polum, qui ſupra Horizontem datur, accedit; contra, ex acceſſu corporis ad Polum oppoſitum, minuitur mora ſupra Horizontem.

Inæqualitas hæc inter moram corporis ſupra Horizontem & moram infra Horizontem augetur cum aucta altitudine Poli, propter diminutionem anguli ab Æquatore & ejus parallelis cum Horizonte effecti.

Corpora, quorum diſtantia a Polo æqualis eſt hujus Altitudini, nunquam occidunt; talis enim eſt di-

diſtantia Circuli B *b*, qui Horizontem tangit, & cujus pars nulla infra Horizontem pervenit. Corpora, a Polo minus diſtantia, ne quidem ad Horizontem pertingunt.

Simili ratiocinio patet Corpora, quorum diſtantia a Polo oppoſito non ſuperat Altitudinem Poli, nunquam ſupra Horizontem adſcendere, & ſemper inviſibilia eſſe.

Per Zenit Z tranſeunt Corpora, quorum diſtantia E Z ab Æquatore æqualis eſt altitudini Poli; æqualis enim E Z eſt Latitudini Loci, cui æqualis Poli altitudo.

§. 163. Quando Spectator S a Polo quantum poteſt receſſit, ad Æquatorem pervenit, cujus Puncta æqualiter ab utroque Polo diſtant: tunc Axis P *p* in Horizonte datur, cum quo Æquator Angulum rectum efficit; quare *Horizon* dicitur *rectus*, aut *Sphæra recta*. Tab. 3. Fig. 5.

Horizon in duas partes æquales ſecat omnes Circulos parallelos ad Æquatorem, qui per Lineas A *a*, B *b* repræſentantur; ideo omnia Corpora cæleſtia, ſingulis Telluris Revolutionibus ad horizontem perpendiculariter oriuntur, & occidunt, & per tempora æqualia viſibilia ſunt, & latent; ideoque perpetuum erit æquinoctium.

Ipſe Æquator per Zenit tranſit; ideoque omnia corpora, quæ in hoc dantur, ſingulis diebus ad Zenit accedunt.

§. 164. Si, quæ de Motu diurno explicavimus, ad corpora applicentur, de quorum aliis motibus apparentibus antea actum, facile determinantur Phænomena ex motibus conjunctis.

Quæ Solem ſpectant, ceteris notabiliora ſunt, & ideo peculiariter explicanda.

DEFINITIO 18.

§. 165. *Dies Naturalis* vocatur Tempus lapſum inter receſſum Solis a Meridiano Loci, & acceſſum ſequentem ad eundem Meridianum.

Dies hic differt a Tempore Revolutionis Telluris

circa Axem, ſeu a die æquinoctiali; quæ Tempora æqualia forent, ſi immobilis inter Stellas fixas appareret Sol; ſed dum Motu diurno, in Tempore unius revolutionis Telluris circa Axem, Sol circumfertur ab Oriente in Occidentem, id eſt, in antecedentia, motu contrario in Ecliptica movetur, & hac de cauſa tardius ad Meridianum pertingit.

§. 166. Cum autem non ſingulis diebus Sol ſpatium æquale percurrat in Ecliptica, ob diverſam indeſinenter ejus velocitatem majorem ſemper in telluris perihelio, minorem in aphelio, non æqualiter ſinguli dies naturales excedunt revolutionem Telluris circa Axem; ideoque dies hi ſunt inæquales inter ſe.

§. 167. Etiam alia ex cauſa dies naturales inæquales ſunt; nempe ex inclinatione Eclipticæ reſpectu Æquatoris; unde ſequitur inæqualiter, in variis punctis, ad Æquatorem viam annuam inclinari; & licet æqualiter in Ecliptica ſingulis diebus progrederetur Sol, non æqualiter dies naturales tempus revolutionis Telluris circa Axem excederent; nam reſoluto motu Solis in duos motus, quorum unus parallelus ſit Æquatori, alter huic perpendicularis, ille ſolus conſiderandus erit in determinando exceſſu memorato, & inæqualem eſſe ex diverſa inclinatione indicata, ut & ex diverſa diſtantia Solis a Polo, clarum eſt (1). Hæ cauſæ inæqualitatis ſæpe

[1] Ad majorem horum intelligentiam fingamus Solem per Eclipticam moveri ab occaſu in ortum motu æquabili, ita ut æqualibus temporibus æqualia ſpatia percurrat. Itaque in hac hypotheſi dies naturalis componetur ex die æquinoctiali, & ex illo temporis intervallo, quo arcus Eclipticæ ſingulis diebus a Sole deſcriptus tranſit per Meridianum. Sed quamvis Sol æquales Eclipticæ arcus ſingulis diebus peragrare ponatur, non idcirco dies naturales æquales erunt inter ſe; nam ob Eclipticæ obliquitatem æquales Eclipticæ arcus inæqualibus temporibus tranſeunt per Meridianum. Siquidem ſi fingatur Ecliptica tota diviſa in partes 360 inter ſe æquales, perque ſingula diviſionum puncta totidem declinationum circuli tranſire ponantur, hi Æquatorem ſecabunt etiam in partes 360, quæ tamen, ut facile conſideranti patet, inæquales erunt: jam vero quo tempore quæ-

ſæpe concurrunt, ſæpe contrarie agunt.

§. 168. Dies ſinguli naturales dividuntur in viginti quatuor partes æquales, quæ Horæ dicuntur. Singulæ Horæ dividuntur in Minuta ſexaginta, & ſingula Minuta in Minuta ſecunda ſexaginta, & ſic ulterius. Partes has temporis in variis diebus variare ex dictis clare patet.

§. *169.* Ad æqualitatem ab Aſtronomis reducuntur, conſiderando numerum horarum in una, aut pluribus Solis revolutionibus in Ecliptica, & totum Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur horæ; quarum viginti quatuor pro uno die habentur.

Definitiones 19. & 20.

§. 170. Tempus, cujus partes hac methodo ad æqualitatem reducuntur, vocatur *Tempus medium*; & ipſa reductio vocatur *Temporis Æquatio*.

De diebus & horis Temporis medii ſemper agitur in determinandis periodis Motuum cæleſtium.

Definitio 21.

§. 171. *Dies Arteficialis* eſt mora Solis ſupra Horizontem.

De hoc ſemper agitur, quando de die loquimur hunc opponendo nocti. In determinanda dierum artificialium longitudine ad temporis Æquationem non attendimus.

§. 172. Ortum Solis ſemper præcedit, & Occaſum

e 4 ſum

quævis ejuſmodi Æquatoris pars per Meridianum tranſit, eodem tempore reſpondens Eclipticæ pars per eundem Meridianum tranſibit; ſed partes Æquatoris, utpote inæquales inæqualibus temporibus per Meridianum tranſeunt; igitur & reſpondentes Eclipticæ partes, utut æquales, inæqualibus tamen temporibus per Meridianum tranſire debent. Etſi igitur Sol per Eclipticam æqualiter moveatur, dies tamen naturalis mutationi obnoxius eſſet ex Eclipticæ obliquitate. At inæquabiliter Sol per Eclipticam fertur, uti vidimus; duplici igitur ex cauſa dies naturales inæquales erunt; quarum quidem altera alteram quandoque juvat ad augendam eam dierum inæqualitatem, aliquando altera alteri opponitur, uti Auctori obſervatum eſt.

ſum inſequitur *Crepuſculum* ; hoc nomine deſignamus lucem illam dubiam , quæ vulgo *Aurora* , & *Veſper* vocatur . Crepuſculorum cauſa eſt Atmoſphæra , quæ radiis ſolaribus illuſtratur , & cujus particulæ lumen quaquaverſum reflectunt ; unde radii quidam ad nos perveniunt , licet Sol octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur. Confer ea , quæ ad §.1123. hujus Phyſicæ ſunt adnotata .

§. 173. In Sphæra recta , id eſt , pro omnibus qui ſub Æquatore vivunt , dies & noctes per totum annum ſunt æquales inter ſe , nempe duodecim horarum .

§. 174. In Sphæra obliqua dies majores aut minores ſunt , pro varia diſtantia Solis ab Æquatore , unum aut alterum Polum verſus , quos verſus ab Æquatore recedit 23 gr. 29'.

§. 175. In ipſo Æquatore datur circiter 21. Martii , & 23. Septembris , & dies nocti æquatur , quod ubique terrarum obtinet , ſolis Polis exceptis.

DEFINITIO 22.

§. 176. Puncta Eclipticæ , in quibus ab Æquatore ſecatur , vocantur *Æquinoctialia* . Quia in his punctis verſatur Sol , ubi datur æqualitas memorata dierum & noctium .

DEFINITIO 23.

§. 177. Puncta Eclipticæ , in quibus Tropici Circulum hunc tangunt , dicuntur *Solſtitialia* . Quia per aliquot dies , quando ad hæc accedit Sol , & ultra tranſit , hic ſenſibiliter declinationem non mutat ; & ſenſibiliter dierum longitudo non variatur .

§. 178. Sub Polis , ſi dentur Incolæ , ſemel in anno Solem orientem & occidentem obſervant , & dies unicus cum unica nocte integrum annum abſolvunt . Confer adnotata ad §. 160. hujus tractatus . Supra Horizontem verſatur Sol , dum dimidiam Eclipticæ partem percurrit , per reliquum Tempus ſub Horizonte latet . Dies tamen protrahitur ex Refractione , & Crepuſcula ſunt admodum diuturna ;

du-

durant enim, quamdiu Declinatio Solis Polum latentem verſus non ſuperat 18. gr.

§. 179. Reſpectu Poli Arctici in ſex Signis primis, ab Ariete ad Libram, Sol ſupra Horizontem verſatur; ideo in hoc Polo dies noctem ſuperat novem diebus naturalibus, præter diminutionem noctis ex Refractione.

§. 180. Hiſce generalioribus, quæ ſpectant diverſos Horizontis ſitus, expoſitis, quædam magis peculiaria ſunt examinanda.

§. 181. Dividitur tota Telluris ſuperficies in quinque Zonas. Prima inter duos Tropicos TT, *tt* continetur, & vocatur *Zona Torrida*; duæ dantur *Temperatæ*, & duæ *Frigidæ*. *Temperata* Septentrionalis, Tropico Cancri TT, & Circulo Polari Arctico AA terminatur: Zona *Temperata* Auſtralis inter Tropicum *tt*, & Circulum Polarem *aa* continetur. *Frigidæ Zonæ* Circulis Polaribus circumſcribuntur, & Poli harum centra occupant. Tab.3.Fig.9.

§. 182. In Zona Torrida altitudo Poli minor eſt 23. gr. 29., & diſtantia Solis ab Æquatore Polum verſus qui ſupra Horizontem datur, bis in anno æquatur altitudini Poli; ideo bis in anno in meridie per Zenit tranſit Sol. Ex qua eadem ratione in ipſis Zonæ hujus limitibus, ſub Tropicis nempe, ſemel tantum ad Zenit accedit Sol in integro anno.

§. 183. In Zonis Temperatis & Frigidis altitudo Poli minima excedit maximam diſtantiam Solis ab Æquatore; ideo nunquam in hiſce per Zenit tranſit Sol. Ad majorem tamen altitudinem eodem die aſcendit Sol, quo minor eſt altitudo Poli; quia eo minor etiam eſt inclinatio Circulorum Motus diurni ad Horizontem.

§. 184. In Zona Torrida, & Zonis Temperatis ſingulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol; nam diſtantia Solis a Polo ſemper ſuperat Poli altitudinem. Inæquales tamen ubique, ſolo Æquatore excepto, ſunt dies artificiales inter ſe, quæ inæqualitas eo major eſt, quo minus a Zona Frigida locus diſtat.

§. 185.

§. 185. In Circulis autem Polaribus, in quibus Zonæ Temperatæ Frigidis ſeparantur, altitudo Poli æqualis eſt diſtantiæ Solis a Polo, quando datur in Tropico vicino; ideoque in hoc caſu, id eſt, ſemel in anno, integram Sol in Motu diurno peragit revolutionem, in qua infra Horizontem non deſcendit.

§. 186. Ubique autem in Zona Frigida altitudo Poli ſuperat diſtantiam minimam Solis a Polo; idcirco per aliquot revolutiones Telluris datur Sol ad diſtantiam a Polo illa altitudine Poli minorem, & per totum hocce tempus non occidit, ne quidem ad Horizontem pertingit. Ubi autem diſtantia a Polo in receſſu Solis ab hoc, altitudinem Poli, aut loci latitudinem ſuperat, ſingulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol, deinde infra Horizontem motu Polum oppoſitum verſus, eodem modo moratur, ac de motu ſupra Horizontem dictum. Tempora hæc, in quibus Sol integras revolutiones ſupra Horizontem, & infra Horizontem, in motu diurno peragit, eo majora ſunt, id eſt, dies & nox longiſſimæ eo diutius durant, quo locus in Zona Frigida minus a Polo diſtat, donec tandem in ipſo Polo integrum annum abſorbeant.

§. 187. Ex eadem cauſa, obliquitate nempe Eclipticæ reſpectu Æquatoris, ex qua profluunt, quæ dierum inæqualitatem in variis Locis diverſam, ſpectant, deducimus etiam diverſitatem Tempeſtatum, quæ ſingulis Annis ſibi mutuo ſuccedunt: de his reſpectu Zonarum Frigidarum & Temperatarum primo, deinde reſpectu Zonæ Torridæ, agam.

§. 188. Radii Solares calorem Aëri communicant, non quidem dum directe a Sole procedunt, ſed cum a corporibus, aut telluris ſuperficie irregulariter reflectuntur. Effectus hic eo major eſt, quo radii minus oblique in Telluris ſuperficiem incurrunt; & quidem ex duplici cauſa. 1. Reſoluto Motu luminis in duos, quorum unus ad ſuperficiem parallelus eſt, aliter perpendicularis; hoc ſolo in corpora lumen agit, & huc, aucta obliquitate, mi-

minuitur. 2. In eandem ſuperficiei Telluris partem eo majori numero agunt radii, quo magis directe accedunt (1).

§. 189. Ex hiſce deducimus, cauſas caloris augeri, dum ex acceſſu Solis verſus Polum, qui ſupra Horizontem datur, dies creſcunt; quia de die in diem ad majorem altitudinem adſcendit Sol; itaut imminutæ obliquitati ſeſe jungat mora diuturnior Solis ſupra Horizontem, quæ ad augendum calorem concurrit; etiam dum dies creſcunt, noctes minuuntur, & per tempus brevius decreſcit calor de die acquiſitus.

§. 190. In Zonis Septentrionalibus, ut ex hiſce ſequitur, cauſa caloris eſt omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancri attingit. Quotannis tamen experimur in noſtris regionibus calorem æſtivum poſt digreſſum Solis a tropico creſcere, & annum maxime fervere circa finem menſis Julii, cum integro fere ſigno a Tropico diſtat Sol: ratio eſt, quia non ubi cauſa caloris eſt maxima, ipſe calor eſt maximus; nam hic augetur, quamdiu calor interdiu acquiſitus non in totum de nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuantur, quamdiu augmentum datur, creſcit calor. Sic etiam frigus maxime intenſum non eſt in die breviſſima, in qua Radiorum ſolarium obliquitas eſt maxima, & abſen-

(1) Iidem radii (*Fig.* 3. *Tab.* 4. *Aſtron.*) S A, S B &c., qui perpendiculariter incidunt in ſuperficiem A B, oblique incidant in ſuperficiem B C, & magis adhuc oblique in ſuperficiem B D: patet ſuperficiem B C majorem eſſe ſuperficie BA, & illa adhuc majorem ſuperficiem BD. Hinc intelligitur quamobrem in æſtate, etſi Tellus longius a Sole diſtet, quam hyeme, magis tamen tum Tellus incaleſcat; quod ſcilicet hyeme lucis radii obliquius, quam æſtate Terram feriant. Æſtate vero longius a Tellure abeſſe Solem, quam hyeme, obſervationibus conſtat, quibus deprehenſum eſt Solis apparentem diametrum majorem eſſe hyeme, quam æſtate; hyeme cum maximus apparet Sol, ejus diameter videtur ſub angulo 32″ 47′, æſtate cum minimus ſub angulo 31′ 40″, quæ differentia minuto major eſt. Æſtate præterea tardius in motu ſuo incedit Sol, quam hyeme; quod argumento eſt Tellurem tum eſſe apheliam, hyeme vero perihelium.

abſentia Solis maxime diuturna ; ſed frigus creſcit, quamdiu diminutio caloris durat ; circa quam idem ratiocinium, quam circa caloris augmentum, inſtitui poteſt (1).

§. 191. Dividitur Annus in quatuor Tempeſtates ; calidiſſima vocatur *Æſtas* ; maxime frigida *Hyems* ; temperata, quæ Hyemem ſequitur, *Ver* ; *Autumnus* Æſtatem ab Hyeme ſeparat.

§. 192. In regionibus Septentrionalibus, in initio Veris Sol in Principio Arietis apparet : in initio Æſtatis Sol ad Tropicum Cancri pertingit. Ubi Sol ad Principium Libræ pervenit, inchoatur Autumnus : Tropicum Capricorni percurrit Sol motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia ex explicatis facile deducuntur.

§. 193. In regionibus Auſtralibus Æſtas cum Hyeme memorata coincidit, Ver cum Autumno, & vice verſa.

§. 194. Cauſæ generales, a quibus diviſio memorata pendet, ſæpe turbantur cauſis peculiaria loca ſpectantibus ; præcipue in Zona Torrida, de qua ſeparatim agendum diximus. In pleriſque hujus Zonæ locis duæ tantum obſervantur Tempeſtates, AEſtas & Hyems, quæ ſiccitate & humiditate potiſſimum diſtinguuntur.

Quando Sol ad Zenit alicujus Loci accedit, pluviæ dantur fere continuæ, unde calor minuitur ; quod tempus ad Hyemem refertur. Recedente Sole

(1) Actio Solis, qua corpora calefiunt, non eſt tranſiens, ſed permanens, itaut corpus ſemel a Sole calefactum, poſt ejus diſceſſum per aliquod tempus calefactum maneat. Ponamus itaque interdiu lucente Sole centum caloris gradus regionibus noſtris communicari, nocte vero, quæ die brevior eſt, quinquaginta caloris gradus avolare, totidem ſuperſtitibus ; proxima vero die eadem fere vi agens Sol alios centum caloris gradus iiſdem regionibus immittat, quorum quinquaginta tantum in nocte evadant ; adeoque initio tertii diei centum caloris gradus erunt ſuperſtites. At decreſcentibus diebus, & creſcentibus noctibus, fiet tandem ut plures abſente Sole effugiant caloris gradus, quam die recipiuntur ; quo fit ut calor minui, augeri vero frigus jugiter debeat.

le minuuntur pluviæ, calor augetur, & tempus hoc ad AEſtatem pertinet.

In medio Zonæ Torridæ duæ dantur AEſtates, & totidem Hyemes; quia bis ad Zenit accedit Sol.

Ad latera hujus Zonæ, licet Sol bis ad Zenit accedat, cum inter acceſſus breve tempus interlabatur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum Tempeſtates in integro Anno obſervantur.

CAPUT IX.

De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.

§. 195. TElluris Axem Motu parallelo tranſferri diximus; non conſideravimus motum exiguum, quo revera agitatur, de quo nunc agendum nobis eſt.

§. 196. Axis Telluris, ſervata Inclinatione *66.* Gr. 31. ad Planum Eclipticæ, in antecedentia revolvitur; id eſt, ſucceſſive omnes partes verſus dirigitur; & hujus extremitates, Poli nempe Mundi, circa Polos Eclipticæ circulos deſcribunt, ab Oriente Occidentem verſus. Hæc autem revolutio abſolvitur tempore fere viginti ſex millium annorum; quæ Periodus *Annus Magnus* vocatur (1).

§.197.

(1) Jam ſupra §. 24. poſitum eſt Telluris axem in ejus circa Solem motu perſectum parallelismum ſervare. At ex plurium annorum obſervationibus collegerunt Aſtronomi axem illum, utut lentiſſimo motu, a parallelismo tamen paululum deflectere; quæ aberratio intra duos treſve annos facta cum vix ſenſibilis ſit, plurium modo annorum decurſu notabilis, ea in unius anni phænomenis explicandis omiſſa eſt, cum nil in iis turbandis conferat. Sed cum temporis progreſſu ſatis ſenſibilis fiat, indeque apparentis lentiſſimi motus fixarum in conſequentia cauſa dependeat, Aſtronomorum conſiderationem, & diligentiam meretur.

Hipparcus olim ex comparatione ſuarum obſervationum cum illis *Ariſtilli* & *Tymocharidis*, ſuſpicionem habuit motus fixarum Zodiaci in conſequentia: *Ptolemæus* vero ex *Hipparci* & aliorum obſervatis comparatis cum ſuis, non modo Zodiaci, ſed omnium fixarum, ejuſmodi motum diſerte affirmavit, & quidem in circulis Eclipticæ parallelis factum;

§. 197. Cum tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur, motus hic ad corpora cœleſtia refertur, ut de aliis motibus dictum. Ideo dum Poli Mundi

eundem porro Tycho, Copernicus, ceterique unanimiter Aſtronomi obſervationibus ſuis confirmatum ratumque habent. In eo tantum diſcrepant, quod aliquabilem, alii inæquabilem, alii majori, alii minori annorum numero eam circulationem fieri ſtatuerint, communiori tamen ſententia annos 72 ſtatuente in ſingulorum graduum progreſſu, atque adeo annos 25920 in integra revolutione per Eclipticam, vel ei parallelos circulos; quod annorum ſpatium, *Annum magnum* vocarunt Veteres, quo ficito res omnes eodem ordine renaſci autumabant. Fixarum hic motus ſecundum Copernicani ſyſtematis principia apparens tantum eſt, oriturque a Telluris axis motu vero & reali in antecedentia ſignorum.

Id ut clare intelligant tirones noſtri, ſit *in fig.* 4. *Tab.* 4. *Aſtron.* D C H pars Orbitæ telluris: hujus centrum ſit in C, ex quo erigatur recta C E ad planum Eclipticæ normalis, ſuperficiei Cæli occurrens in E, quod punctum pro ipſius Eclipticæ polo uſurpari poteſt, quemadmodum recta C E pro ejuſdem axi. Sit C *p* telluris axis, qui ad Cælum productus ſignet in ejus ſuperficie punctum P polum Cæleſtem, circa quem ſidera omnia diurno motu revolvi apparent. Per E & P tranſire intelligatur circulus maximus E P A, Eclipticæ occurrens in A, qui, ut ex adnotatis ad §. 119. patet, Colurus eſt Solſtitiorum, & punctum ipſum A erit Solſtitium, ſeu punctum Eclipticæ omnium maxime ab Æquatore declinans. Arcus P A metitur angulum P C H, inclinationem axis terræ ad planum Eclipticæ, quæ eſt $56 \frac{1}{2}$ graduum; hinc arcus E P erit ejus complementum ad quadrantem, ſcilicet $23 \frac{1}{2}$ graduum, qui metitur angulum E C P, quem axis terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P deſcribatur circulus minor P F G, qui erit Eclipticæ parallelus; & cum axis terræ eundem ſemper angulum faciat cum axe Eclipticæ, ſcilicet grad. $23 \frac{1}{2}$, polum Mundi P in peripheria circuli P F G ſemper locari neceſſe eſt. Si telluris axis eandem perpetuo directionem obtineret, quoties terra in Orbitæ ſuæ puncto C reperitur, polus Mundi in eodem immoto puncto P ſemper conſpiceretur; ſed obſervatum eſt polum in peripheria P F G locum continuo mutare, & axem terræ, qui prius ad P dirigebatur, poſt ſeptuaginta duos annos ad punctum Q dirigit, uno gradu a P verſus ante iora remotum; itaut telluris ſeu Mundi axis conico motu feratur, deſcribatque ſuperficiem Coni, cujus vertex eſt centrum Terræ C, baſis vero circulus P F G. Polus itaque P motu lentiſſimo & retrogrado, ſcil. ab Oriente in Occidentem in periperia P F G fertur, ſuam abſolvens periodum poſt annos 25920, poſt quod temporis inter-

Mundi in antecedentia circa Polos Ecliptice moventur, & ſucceſſive per omnia puncta. 23. Gr. 29′ diſtantia ab his Polis, tranſeunt, hæc ipſa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, ſucceſſive ad Polos Mundi accedere, & in conſequentia ferri, videntur, & deſcribere circulos, qui revera a Polis Mundi deſcribuntur, circa Polos Eclipticæ, qui in Centris Poſiti, ſoli quieſcunt. Nam cum Stellis memoratis & reliquæ, quia omnes eundem ſitum erga ſe mutuo ſervant, etiam translatæ apparent.

Idcirco integra Sphæra Stellarum fixarum circa Axem per Polos Eclipticæ tranſeuntem rotari in conſequentia videtur; & ſingulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos motu apparenti deſcribunt; quo motu Latitudo Stellarum non mutatur.

§. 198. Planum AEquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideo motu memorato Axeos, rotatur Sectio hujus Plani cum Plano Eclipticæ; quare prima puncta Arietis & Libræ, quæ ſemper opponuntur, in tempore 25920 annorum, totam Lineam Eclipticam in antecedentia percurrunt: pro immobilibus tamen habentur a Terræ incolis, qui ipſas Stellas fixas in conſequentia translatas imaginantur (1).

§. 199.

tervallum polus a Stella P digreſſus ad eandem rurſus dirigitur, & poſt ejus periodi medietatem, annos ſcilicet 12960, polus, qui tum ad punctum G dirigitur, a Stella P diſtabit arcu P G.

(1) Cum axis Terræ productus ex ſitu C P in ſitum C Q motu retrogrado pervenit, per polos Eclipticæ E; & Æquatoris Q, ducatur circulus maximus E Q B, qui modo erit colorus Solſtitiorum, & B erit Solſtitii punctum, quod antea fuerat A; ideoque ſemper cum polo regredientur Solſtitia, & quidem æqualiter; nam cum motus poli in peripheria P F G fuerit P Q unius gradus e. g., erit A B regreſſus Solſtitii unius quoque gradus; ſunt enim arcus Q P, B A ſimiles.

Cum itaque Solſtitiorum puncta continuo regrediantur, æquinoctiale quoque, & reliqua Eclipticæ puncta ſimili, & æquali motu retrocedant neceſſe eſt, quippe quæ a Solſtitiis dato intervallo diſtant: inter puncta ſcilicet æquinoctialia, & Solſtitia 90. gradus ſemper interjacent; igitnr cum Solſtitia per unum gradum regreſſa

fue-

§. 199. Hæc eadem tranſlatio primi puncti Arietis, & Libræ, quam *Æquinoctiorum Præceſſionem* vocant, in cauſa eſt, quare Sol, quando ex uno horum punctorum receſſit, iterum ad hoc redeat, antequam integram Periodum in Linea Ecliptica obſolverit; cum autem AEquinoctia Annum Eclipticum, aut vulgarem determinent, Tempus Periodicum Telluris Annum hunc ſuperat.

C A P. X.

De Stellis fixis.

§. 200. STellas fixas diximus eſſe Corpora lucida ita remota, ut horum diſtantiæ cum diſtantiis aliis in Syſtemate Planetario, non conferri poſſint. Non enim ſubtiliſſimis obſervationibus Aſtronomi potuere Polos Mundi translatos obſervare in Motu Telluris annuo, licet circulos, Orbitæ Telluris fere æquales, in Cœlis deſcribant.

De-

fuerint, neceſſe erit, ut tantundem retrorſum ferantur æquinoctialia puncta, ceteraque. Motus ille Æquinoctiorum retrorſum dicitur eorum *Præceſſio*, qua ſcil. in antecedentia ſignorum feruntur.

Sunt autem Stellæ fixæ immobiles, retrocedit vero communis ſectio Æquatoris & Eclipticæ; igitur oportet, ut fixarum diſtantia a punctis Æquinoctialibus jugiter mutetur, eædemque ab iiſdem punctis verſus Orientem magis quotidie promoveri videantur; ipſarumque adeo longitudines, quæ in Ecliptica ab initio Arietis computantur, indeſinenter creſcant, & fixæ omnes videantur ferri in conſequentia ſignorum, non quod revera in Orientem moveantur, ſed quod contrario motu regreditur punctum Æquinoctii vernalis, a quo Stellarum longitudines initium ducunt.

Atque hinc factum eſt, ut conſtellationes omnes mutaverint loca, quæ, dum a primis Aſtronomis obſervatæ fuerant, tenebant; & conſtellatio Arietis, quæ tempore Hipparchi prope interſectionem Eclipticæ & Æquatoris vernalem viſa fuit, eidemque Eclipticæ portioni nomen ſuum communicavit, nunc ab eadem digreſſa in ſigno Tauri commoratur, ſicut & Tauri conſtellatio Geminorum ſedem occupat, Geminique in Cancrum promoti ſunt, & Cancer Leonem ex ſede expulit, & hic Virginem e loco detruſit, & ita porro.

DEFINITIO I.

Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua* (1).

§. 201. Diſtantiam Stellarum immenſam eſſe, etiam ex obſervationibus ope Teleſcopiorum deducitur. Si Stella fixa quæcunque ex maxime lucidis & conſpicuis conſpiciatur adhibito Teleſcopio, per quod diameter Solis diametro Orbitæ annuæ æqualis appareret, quaſi punctum lucidum, ſine ſenſibili magnitudine, illa apparebit; minores enim omnes Stellæ per Teleſcopia, quam nudis Oculis, apparent; nam ex ſola ſcintillatione magnitudinem ſenſibilem habere videntur (2).

(1) Quanta cum cura, & ſtudio in annua Stellarum parallaxi definienda incubuerint Copernicani, vel ex eo liquet, quod ſi aliqua ejus menſura daretur, ſyſtema ſuum Pythagoricum, ſive annuus Telluris motus non perſuaderi modo, ſed & certo demonſtrari poſſet. Ea in re operam ſuam collocarunt Hookius, Flamſtedius, Caſſinus, Hallejus, Maraldus, Horrebovius, aliique. Verum præterquam quod hujuſmodi obſervationibus parum fidendum ſit ob inevitabilem errorem in exiguiſſimis angulis dimetiendis, quæcunque adhibeatur diligentia; oſtendit Cl: Euſtachius Manfredius in tractatu *de annuis ſiderum inerrantium aberrationibus* obſervatas Viris Clariſſimis ſiderum parallaxes, & aberrationes cum annuo telluris motu minime conſpirare, atque adeo alii cauſæ eas referendas eſſe. Jacobo Braudlejo Anglo innotuit etiam aberrationum ſiderearum diſſenſus ab annuo Telluris motu; idcirco in Tranſactionibus Anglicanis num. 406. novam dedit earum explicandarum rationem, non modo a Telluris annuo motu dependentem, ſed a ſucceſſiva quoque luminis propagatione; at idem Cl: Manfredius *in Comment. Bononien.* oſtendit haud ſingula obſervata cum hac Angli hypotheſi adamuſſim congruere.

(2) Fixarum lux admodum vegeta retinam valde premit, & urget; nec puncta ejus ſolummodo fixarum luce tacta concentrantur, verum & quæ his propinqua ſunt. Hinc fixarum ſcintillatio & capillitium oritur, quo centies & amplius majores conſpiciuntur fixæ, quam ſi eo ſublato viderentur. Minuitur autem capillitium, ſi per exiguum foramen acicula in charta factum conſpiciantur fixæ; vel aptius & facilius huic incommodo medetur, ſi teleſcopiis inſpiciantur; hæc quippe quamvis multum objectorum diametros augeant, fixarum tamen nullas certas, & definitas menſuras apta ſunt nobis exhibere, cum potius nobis eas repræſentent veluti lucida tantum puncta.

§. 202. Aſtronomi ab antiquiſſimo tempore, quo melius Stellas in ordinem referrent, eas per ſitum & poſitionem ad ſe invicem diſtinxerunt, & in *Aſteriſmos*, ſeu *Conſtellationes* diviſerunt, plures ſtellas uni Conſtellationi aſſignando, eſtque *Conſtellatio* veluti plurium Stellarum ſyſtema. Præterea ad majorem diſtinctionem eas ad Animalium, & rerum quarundam imagines reduxerunt, quarum pleraſque ex fabulis, & religione ſua in Cælum tranſtulerunt veteres, quas porro recentioribus Aſtronomis retinere placuit ad perturbationis vitandum periculum, dum antiquæ obſervationes cum noſtris conferuntur.

§. 203. In Zodiaco duodecim Aſteriſmi concipiuntur, Zodiaci Signa dicti, nominantur ut Animalia, aut res, quas repræſentant: *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpius*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius*, *Piſces*. Signa hæc nomina ſua dedere duodecim partibus Eclipticæ, de quibus antea.

Tempore Hiparchi ſectiones Eclipticæ & Æquatoris ſitæ erant inter Aſteriſmos Piſcium & Arietis, ut & Virginis & Libræ; & Aſteriſmi nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ per ſingulos Aſteriſmos tranſibant, & partes Eclipticæ, ponendo initium Arietis & Libræ in Interſectionibus Æquatoris & Eclipticæ, ut in illo tempore, nomina ſervarunt, licet hæ Interſectiones translatæ ſint: unde Sol in Tauro dicitur, quando inter Stellas Aſteriſmi Arietis movetur. Confer quæ ad §. 198. adnotavimus (1).

§. 204. Zodiacus partem Cæli ſeptentrionalem a meridionali ſeparat.

In ſeptentrionali dantur Aſteriſmi, *Urſa minor*, *Urſa major*, *Draco*, *Cepheus*, *Canes Venatici*, *Bootes*, *Corona Septentrionalis*, *Hercules*, *Lyra*, *Cignus*, *La-*

(1) Hinc orta diviſio inter Zodiaci *ſigna anaſtra*, & *ſigna ſtellata*. Priora ſunt duodecim Zodiaci partes, quæ ab Ariete, ſeu boreali Zodiaci & Æquatoris interſectione in conſequentia numerantur. Signa vero *anaſtra* ipſæ ſunt conſtellationes, quæ ob conicum axis telluris motum, moveri in conſequentia apparent.

Lacerta, *Caſiopeja*, *Camelopardus*, *Perſeus*, *Andromeda*, *Triangulum*, *Triangulum minus*, *Muſca*, *Auriga*, *Pegaſus*, *Equuleus*, *Delphin*, *Vulpecula*, *Anſer*, *Sagitta*, *Aquila*, *Antinous*, *Scutum Sobieskianum*, *Serpentarius*, *Serpens*, *Mons Mænalus*, *Coma Berenicis*, *Leo minor*, *Lynx*.

In parte meridionali Cælorum Aſteriſmi, quorum multi a nobis videri non poſſunt, ſunt, *Cetus*, *Eridanus*, *Lepus*, *Orion*, *Canis major*, *Monocertes*, *Canis minor*, *Argo-navis*, *Hydra*, *Vraniæ Sextans*, *Crater*, *Corvus*, *Centaurus*, *Lupus*, *Ara*, *Corona Auſtralis*, *Piſcis Auſtrinus*, *Phœnix*, *Grus*, *Indus*, *Pavo*, *Apus*, *Triangulum Auſtrale*, *Crux*, *Muſca*, *Chamæleon*, *Robur Carolinum*, *Piſcis volans*, *Toucan* ſive Anſer Americanus, *Hydrus*, *Xiphias* ſive Dorado (1).

DEFINITIO 2.

§. 205. Stellæ, quæ inter Aſteriſmos collocantur, vocantur *Informes*.

§. 206. Non omnes Stellæ nudis oculis conſpectæ æque lucidæ, aut ejusdem magnitudinis apparent, & ab Aſtronomis ad ſex Claſſes referuntur: omnium maxime lucidæ dicuntur Primæ Magnitudinis; aliæ Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis, ad Sextam uſque. Licet vero antiquum & vulgare ſit ſex tantum dari fixarum magnitudinis claſſes & ordines; id tamen præter propter eſt intelligendum; nam accurate loquendo tot conſtituendi eſſent ejuſ-

f 2 modi

(1) Ex his conſtellationibus in utroque hemiſphærio notatis, plures antiquiſſimis Auctoribus, veluti Auctori libri Job, Homero, Eſiodo, aliiſque memorantur; ſed aliæ porro additæ ſunt a recentioribus etiam Aſtronomis, puta Hallejo, Bartſchio, Hevelio, aliiſque, coaleſcentes ſcilicet ex Stellis quibusdam *informibus*, quæ inter aſteriſmos obſervabantur: ita Hallejus dum in inſula S. Helenæ Stellas polo Auſtrali vicinas diligenter obſervabat, ex informibus inter Argum-Navem, & Centaurum novum imaginatus eſt aſteriſmum, ſeu conſtellationem ſub ſpecie quercus, & in honorem Caroli II. Britanniæ Regis *Roborem Carolinum* appellavit. Simili jure uſi ſunt Bartſchius, & Hevelius, quibus Auctoribus novæ invectæ ſunt conſtellationes *Camelopardus*, *Monocerotes*, *Leo minor*, *Linx*, *Canes Venatici* &c.

modi ordines, quot fere dantur Fixæ; raro enim duæ cernuntur ejuſdem ſplendoris & magnitudinis. Quædam ne quidem ad ultimam claſſem referuntur, præſertim quæ nebuloſæ dicuntur (1).

§.207.

(1) Nedum ſub memoratis imaginum formis Stellas diſtinguere vetuſtiſſimis placuit Aſtronomis, ſed & earundem catalogos mira ſolertia iidem quoque condiderunt, recentiorum obſervationibus porro auctos, & emendatos; quibus nedum Stellæ omnes viſu perceptibiles, ſed plures in iis nunc notantur, ſolo teleſcopio detegendæ. Primus qui fixas omnes in catalogum reducere, earumque loca definire aggreſſus eſt, omnium ſententia fuit Hipparchus Rodius annis ante Chriſtum circiter 120., *auſus rem etiam Deo improbam adnumerare poſteris Stellas, & ſidera ad normam expangere* ex Plinii ſententia. Ex propriis vero, tum Tymocharidis & Ariſtilli obſervationibus 180. retro annis habitis, 1022. Stellas in catalogum retulit Hipparchus. Hunc catalogum retinuit Ptolemæus, quatuor tantum Stellis additis, 1026. numerando. Anno poſt Chriſtum 1437. Ulugh Beigh Magni Tamerlani nepos novum fixarum catalogum condidit, a Thoma Hyde Anglo in latinum idioma translatum, fixas 1017. complectentem. Omnium vero conatus ſuperavit Tycho Brahe, qui ad annum 1600. ſtellis 777. loca ſua aſſignavit; Keplerus quidem in Tabulis ſuis Rodolphinis Stellarum numerum uſque ad 1163. extendit, quem Tychonicum catalogum vocat; at reliquas præter illas 777. a Tychone obſervatas, partim ex Ptolemæo, partim ex aliis Auctoribus hauſit; Tycho enim in proprium catalogum non alias retulit, quam quas ipſe ſuis inſtrumentis, calculoque inveſtigaverat. Eodem tempore Guilielmus Haſſiæ Landgravius cum ſuis Mathematicis Chriſtophoro Rothmanno, & Juſto Briggio 400. fixarum loca propriis obſervationibus definivit, quas Tychonicis præfert Hevelius. Ricciolus in *Aſtronomia reformata* Kepleri catalogum 305. Stellis locupletavit, & inde eorum numerus ad 1468. excrevit. Anno 1677. Hallejus in inſula S. Helenæ 350. Stellas Auſtrales in noſtro horizonte minime conſpicuas, obſervavit. Joannes Hevelius ex propriis obſervationibus catalogum 1888. Fixarum condidit, quarum 950. etiam a Veteribus, 335. ab Hallejo, & 603. ab ipſo fuerant obſervatæ. Tandem Cl. Joannes Flamſtendius locupletiſſimum accuratiſſimumque Fixarum catalogum exhibuit, in quo 3000. Stellæ numerantur, ejuſque opera factum eſt, ut nulla modo ſit conſpicua Stella, cujus locus in Cælis non melius definiatur, quam in telluris ſuperficie plurium urbium ſitus & poſitiones definiuntur.

Græci & Romani Poetæ de Conſtellationum, Aſtrorumque origine inſulſas commenti ſunt fabulas, de quibus videſis Hyginum in *Poetico Aſtronomico*, Natalem Comitem in *Mythologia*, Ricciolum in *Almageſto*

Na-

§. 207. In Cælis etiam obſervamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cælum circumit, & in quibusdam locis ſeparatur, ut dupla ſit. Propter Colorem *Via Lactea* vocatur. Obſervationibus ope Teleſcopiorum innotuit primum Galilæo congeriem eſſe viam hanc Stellarum innumerarum, quæ viſum Oculi inermis fugiunt, aut quia magis diſtant.

§. 208. Polum Antarcticum verſus duæ Nebeculæ huic Viæ ſimiles, dantur, quæ etiam ſunt congeries Stellarum minimarum, niſi per Teleſcopia non viſibilium. Præter Stellas, quæ hiſce Nubeculis, & Via Lactea obſervantur, maximo numero per totum Cælum, adhibitis Teleſcopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis oculis non apparent. Sæpiſſime Stellarum congeries pro unica Stella inermi Oculo habetur.

§. 209. Inter Stellas quædam per vices videntur, & inviſibiles fiunt, regulareſque periodos obſervant; aliæ ſucceſſive nunc magis lucidæ, nunc habetiori apparent; idque ſtatis temporibus. Non tamen ſingulis periodis æque claræ ſunt (1).

Novo. Ea de re Conſtellationum figuras, aut ſaltem earum antiqua nomina immutari juſſerunt Venerabilis Beda imprimis, tum ejus exemplum ſequutus Julius Schillerus Auguſtanus, qui Anno 1627. Aſteriſmis omnibus nomina religioſa impoſuit, Arierem ſcil. vocans *Petrum*, Taurum *Andream*, Andromedam *Sepulchrum Chriſti*, Lyram *Præſepe Chriſti*, & ita porro. At id conſilium, utut pium & religioſum, alii Aſtronomi nunquam adprobarunt, ut nullo uſui futurum, ſed turbas potius & confuſionem in Aſtronomia invecturum.

(1) Inter ejuſmodi Stellas, quæ certas apparitionis, & diſparitionis periodos habent, celebris illa eſt, quæ in collo Ceti videtur, quæque octo vel novem anni menſibus inconſpicua. reliquis quatuor, vel tribus menſibus varia magnitudine ſe videndam præbat. Has ſane Stellas eſſe e numero Planetarum, qui circa fixas tanquam Soles ſuas periodos ſtatutis temporibus abſolvunt, facile quiſque ſibi perſuaderet, ſi intelligi poſſet, quo modo corpora mutuato lumine ſplendentia in tanta diſtantia poſſent videri. Probabilius eſt has Stellas ſuperficiebus donari; maculis maxima parte tectis, aliqua tamen ejus portione lucida manente; idcirco dum circa ſuum axem convolvuntur, modo hanc,

modo

§. 210. Aliquando ſubito Stellæ apparuere, lumine lucidiores ſuperantes, quæ deinde ſucceſſive decreſcentes, brevi evanuerunt, & adhucdum latent (1).

§. 211. Præter Stellas etiam in Cælo obſervamus varias maculas albidiores, & quodammodo lucidas, quæ nudis oculis inviſibiles ſunt; inermi enim oculo horum Lumen ad Stellas, quæ in ipſis dantur, refertur, aut pro Stellis nebuloſis habentur. Quid autem ſint hæ maculæ, determinari non poteſt: forte ſunt congeries Stellarum, quæ cum Stellis Teleſcopicis illam habent relationem, quam quæ Viam Lacteam efficiunt, cum illis, quæ nudis Oculis deteguntur.

DE

modo illam partem nobis obvertunt. Hæ præterea maculæ quibuſdam mutationibus obnoxiæ eſſe poſſunt, ex quibus memoratæ varietates oriuntur.

(1) Ab Hipparchi ævo nova inter fixas viſa eſt Stella, quæ teſte Plinio, cauſa fuit cur hic Aſtronomus adgreſſus ſit Stellas adnumerare. Poſt plura deinde ſæcula anno 1572. nova in Caſſiopea apparuit Stella maximarum emula, Tychoni Braheo, aliiſque tum temporis Aſtronomis obſervata; duravit ſeſquiannum fere, & poſtea diſparuit. Anno 1506. menſe Auguſto novam Stellam magnitudinis tertiæ in Cælo obſervavit David Fabricius, quæ poſt duos menſes evanuit. Anno 1600. nova deprehenſa eſt Keplero in pectore Cigni, quæ duravit uſque ad annum 1659., ex quo tempore notabiliter decrevit, & demum exeunte anno 1661. plane evanuit: elapſo vero quinquennio, nempe Septembri an. 1666., rurſus Hevelius eam obſervavit in eodem præciſe Cæli loco. Sed non modo novæ interdum obſervantur in Cælo fixæ, ſed & aliæ variarum magnitudinum Veteribus memoratæ, vel a Tichone cognitæ & obſervatæ, e Cælo poſtmodum diſparuerunt, quarum exempla in Hevelii catalago paſſim invenire eſt: Pleiades communiter ſeptem olim numerabantur, at modo in ſerena nocte non plures quam ſex ſecernuntur.

De natura harum Stellarum adfirmari nil certi poteſt: duo tantum poſſumus conjicere, quæ aliquam ſaltem veri ſpeciem habeant. 1. Eas Stellas Cometas eſſe ad aliarum fixarum ſyſtemata potiſſimum ſpectantes, quæ cum Solari noſtro ſyſtemati in ſuis revolutionibus propius accedunt, conſpicuæ nobis fiant; e conſpectu vero removeantur, cum ab eodem recedunt. 2. Vel Fixas eas eſſe, ſed quæ maculis & corporibus opacis obrutæ penitus ſint, lucemque omnem vel amiſerint, vel adeo exigua lucis quantitas eis remanſerit, ut videri amplius nequeant nequidem oculis microſcopio adjutis: iis vero maculis conſumptis, vel diſſipatis iterum in lucem, hominunque aſpectum veniant.

D E
MVNDI SYSTEMATE
PARS SECVNDA
Motuum Cæleſtium Cauſas Phyſicas declarans.

C A P V T XI.
De univerſali Gravitate.

EXPOSITIS corporum Cæleſtium motibus, ut & phænomenis inde oriundis, quibus legibus motus hi peragantur, explicandum erit.

§. 212. Leges, ſecundum quas corporum motus diriguntur, ex dictis in his Phyſicæ Elementis ad ſequentes reducuntur. 1. *Corpus omne perſeverat in ſtatu ſuo quieſcendi, vel movendi uniformiter indirectum, niſi quatenus a viribus externis cogatur ſtatum ſuum mutare.* 2. *Omnis mutatio motus proportionalis eſt vi motrici impreſſæ, & fit ſemper ſecundum lineam rectam, qua vis imprimitur.* 3. *Actioni contraria & æqualis eſt reactio.* His natu-

ræ legibus ſequens addenda eſt in tres diſtributa partes, ut totum pateat artificium, quo ingenĭs Machina, ſyſtema Planetarium, regitur; ſcilicet 1. *Omnia Corpora in ſe mutuo gravia ſunt*. 2. *Gravitas hæc materiæ quantitati proportionalis eſt*. 3. *Ad inæquales diſtantias eſt inverſe, ut quadratum diſtantiæ*.

§. 213. Id eſt, omnia corpora ſeſe mutuo petunt, aut ſeſe mutuo verſus tendunt vi, quæ ſingulis particulis Materiæ in ſingulas particulas competit; & vis, qua corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus conſtat; ideo vis hæc creſcit in ratione, in qua Materiæ quantitas augetur; & immutabilis eſt in ſingulis particulis, ad eandem diſtantiam ſemper eadem; aucta autem diſtantia decreſcit vis, ut quadratum diſtantiæ augetur. Conferantur ea, quæ cap. 18. horum Phyſicæ Elementorum dicta ſunt.

§. 214. Vim hanc *Gravitatem* nominamus, conſiderando corpus, quod aliud verſus ſponte tendit; quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis donatur. Conſiderando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus *Attractionem*; nam, cum omnis Gravitas ſit reciproca, corpora ſe mutuo verſus gravitare, idem ſignificat, quam corpora ſeſe mutuo atrahere, aut ad ſe mutuo ſponte tendere. Nominibus Gravitatis & Attractionis eundem effectum deſignamus.

§. 215. Effectum hunc pro Lege Naturæ habemus; quia nunquam fallit, & hujus cauſa nobis eſt ignota, & ex legibus notis minime deduci poteſt. Nunc autem talem Gravitatem revera dari, ex phænomenis probandum eſt.

§. 216. Planetæ primarii ſinguli in orbitis ſuis retinentur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt, circa Solem enim ita moventur, ut radiis ad centrum Solis ex Planetarum centris ductis areæ deſcribantur temporibus proportionales, uti cap. 1. hujus tractatus §. 18. ex obſervationibus Aſtronomorum accuratiſſimis ratum habuimus: dari propterea debet

vis

vis, qua Planetæ Solem verſus feruntur, & qua Sol reciproce illos ſingulos verſus tendit: id eſt Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant. Conferantur ea, quæ cap. 14. §. 402. horum Phyſicæ Elementorum adnotavimus.

§. 217. Eodem modo patet, ſecundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipſos; ut & Saturni Satellites in primarium, & hunc in illos gravitare. Etiam Luna & Tellus in ſe mutuo graves ſunt.

§. 218. Secundarii omnes in Solem Gravitatem habent. Omnes enim motu regulari circa Primarios ita feruntur, quaſi Primarii quieſcerent; unde liquet illos motu communi cum primariis ferri; id eſt, eandem vim, qua omnibus momentis Solem verſus feruntur Primarii, in Secundarios agere, & hos eadem celeritate cum Primariis Solem verſus ferri. Ipſæ Secundariorum irregularitates, quæ adeo ſunt exiguæ, ut reſpectu ſolius Lunæ ſint ſenſibiles, confirmant hanc Secundariorum Gravitatem in Solem; nam irregularitates has pendere a Gravitate Lunæ Solem verſus, quæ pro varia diſtantia, & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna, non ſemper ſint parallelæ, diverſe agit, in ſequentibus videbimus.

Ex Gravitate Secundariorum in Solem, ſequitur, Solem in illos gravitare.

§. 219. Circa Gravitatem Primariorum inter ſe obſervarunt Aſtronomi Saturnum a via paululum deflecti, ubi Jovi, Planetarum longe maximo, eſt proximus: ita ut Jovem & Saturnum in ſe mutuo graves eſſe immediatis Obſervationibus conſtet.

§. 220. Saturnus etiam in hoc caſu, ut Flamſtedius obſervavit, turbat motum Satellitum Jovis, hos paululum ad ſe trahens; quod probat, & hos Secundarios in Saturnum, & hunc in ipſos gravitare.

§. 221. Ex hactenus dictis ſequitur ſeptemdecim Syſtema Planetarium componentia Corpora in ſe mutuo gravitare; licet de ſingulorum in ſingula Gravitate obſervationes immediatas inſtituere non liceat.

§. 222. Legis pars ſecunda eſt, Gravitatem Materiæ quantitati proportionalem eſſe, id eſt ſingulis Materiæ particulis competere in ſingulas; ideoque Legem Gravitatis univerſalem eſſe, & ſingula corpora in alia corpora omnia gravitare; quod ex phænomenis etiam deducitur.

Vires Gravitatis ſunt, ut actiones eodem tempore editæ; & hæ actiones, ſi translationes fuerint æquales, ſunt ut Materiæ quantitates in corporibus translatis; quemadmodum §. 216. horum Phyſicæ Elementorum demonſtratum eſt: idcirco cum corpora inæqualia ad eandem diſtantiam a corpore attrahente æque celeriter ex Gravitate moveantur, vires Gravitatis Materiæ quantitatis rationem ſequi clarum eſt. Idem experimur in omnibus corporibus in Telluris viciniis, quæ Tellurem verſus Materiæ quantitati proportionalem Gravitatem habent. Mutua autem horum omnium corporum Gravitas ſenſibilis non eſt, quia reſpectu Gravitatis Tellurem verſus admodum eſt exigua; ideoque motum ex hac turbare non valet, ſaltem ut ſenſibilis detur directionis mutatio.

§. 223. Pars Legis, quam examinamus, tertia eſt, Gravitatem decreſcere, quando diſtantia augetur, & eſſe inverſe, ut quadratum diſtantiæ; quod ex phænomenis quoque ſequitur.

Corpora, in quæ vis Gravitatis agit pro quantitate Materiæ, ut in Syſtemate noſtro, eadem, ut diximus, celeritate feruntur in circumſtantiis iiſdem; ita ut non interſit, utrum majora an minora ſint corpora, & moveantur quaſi eſſent æqualia. In hoc autem caſu, ſi vis punctum verſus decreſcat in ratione inverſa quadrati diſtantiæ ab hoc puncto, & corpora ad varias ab hoc ipſo diſtantias revoluta fuerint, & in circulis retineantur hac vi, quadrata temporum periodicorum erunt inter ſe, ut diſtantiarum cubi, uti §. 417. hujus Phyſicæ demonſtratum eſt. Quod æque in lineis Ellipticis, ad quarum Focos diriguntur vires, reſpectu diſtantiarum mediarum obtinet. Hicce autem caſus in cor-

corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis exſtat; unde ſequitur vim Gravitatis recedendo a centris horum corporum decreſcere in ratione inverſa quadratorum diſtantiarum.

§. 224. Hoc ratiocinio, poſita Gravitate Materiæ quantitati proportionali, illam in ratione inverſa quadrati diſtantiæ decreſcere demonſtramus. Ex eodem, poſita Gravitatis diminutione juxta hanc rationem, ſequitur Gravitatem Materiæ quantitati proportionalem eſſe, ut facile liquet.

§. 225. Præterea §. 228. horum Phyſicæ Elementorum ex vi centripeta Lunæ verſus terram probatum eſt diminutionem Gravitatis ſæpius memoratam rationem inverſam quadrati diſtantiæ ſequi, eſſeque ubique Materiæ quantitati proportionalem; ita ut circa ambas Gravitatis leges nullum dubium ſupereſſe poſſit.

§. 226. Conſideravimus centra corporum in examine Legis diminutionis Gravitatis, quamvis Gravitas ad ſingulas corporum particulas ſpectet; quia mathematica demonſtratione conſtat, *Actionem Corporis ſphærici, (in quo ubique partes a Centro æque diſtantes ſunt homogeneæ) conſtantis ex particulis, quas verſus Gravitas datur, quæ decreſcit, recedendo a ſingulis, in ratione inverſa quadrati diſtantiæ, dirigi ad corporis centrum, & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inverſa quadrati diſtantiæ:* ideſt ſi corpuſculum A extra ſphæricam ſuperficiem H p P N fuerit conſtitutum, attractumque fuerit a ſphæricæ ſuperficiei partibus homogeneis, & æqualiter a centro diſtantibus (puta a partibus, quæ a P & *p* in revolutione ſemicirculi H P N circa axem H N, gignuntur) in ratione inverſa quadrati diſtantiæ ab his partibus, ſcilicet quadrati A P, A *p*; dico idem corpuſculum A omnibus his viribus conjunctis attrahi ad centrum ſphæræ C vi, quæ recedendo ab hoc centro minuitur in ratione quadrati diſtantiæ A C; ita ut tale corpus agat, quaſi omnis materia ex qua conſtat, coacta foret in ipſo centro. Hujus propoſitionis demonſtrationem videſis apud Newtonum Tab. 3. Fig. 6.

Prin-

Principiorum Mathem. l. 1. prop. 71.

§. 227. Hinc ſequentes deducimus concluſiones. *In Superficiebus corporum ſphæricorum, in quibus Materia homogenea eſt ad diſtantias æquales a centro, Gravitates eſſe directe, ut Materiæ quantitates in corporibus, & inverſe ut quadrata diametrorum*; nam in his corporibus diſtantiæ a centro ſunt ut diametri.

§. 228. *In Superficiebus corporum ſphæricorum homogeneorum æqualium, Gravitates eſſe ut corporum denſitates*; nam diſtantiæ a centro ſunt æquales, in quo caſu Cravitatis vires ſunt ut quantitates Materiæ, quæ in Corporibus æqualibus ſunt ut denſitates.

§. 229. *In Superficiebus corporum ſphæricorum, inæqualium, homogeneorum, æque denſorum, Gravitates ſunt inverſe, ut quadrata diametrorum*; quia in harum ratione ſunt diſtantiæ a centris: *ſunt etiam Gravitates directe ut diametrorum cubi*; nam in hac ratione ſunt Materiæ quantitates in Sphæris: & ratio conpoſita ex directa cuborum diametrorum, & inverſa harum quadratorum, eſt *directa ipſarum diametrorum*.

§. 230. Ideo, *ſi & denſitates & diametri differant, Gravitates in ſuperficiebus erunt in ratione compoſita denſitatum, & diametrorum*. Idcirco diviſa Gravitate in ſuperficie per diametrum, detegitur denſitas; quæ ergo ſequitur rationem directam Gravitatis in ſuperficie & inverſam diametri.

§. 231. *Si ad ſphæricæ ſuperficiei puncta ſingula tendant vires æquales centripetæ decreſcentes in duplicata ratione diſtantiarum ab iisdem punctis: dico corpuſculum intra ſuperficiem conſtitutum his viribus conjunctis nullam in partem attrahi*. Ita cor-
Tab. 3. Fig. 7. puſculum A intra cavitatem ſuperficiei ſphæricæ, a cujus punctis ſingulis attrahitur in duplicata inverſa ratione diſtantiarum ab iisdem punctis, ubicunque fuerit conſtitutum, nullam gravitatem habebit, gravitatibus ſcilicet oppoſitis ſeſe mutuo deſtruentibus, ut demonſtratum eſt Newtono Principiorum Ma-

Mathem. *l.* 1. *prop.* 70. Et quidem ſi corpuſculum A ſit in centro, propoſitio jam eſt manifeſta. Sed ſi idem duplo remotius ſit a ſuperficie F *f*, quam a B *b*, ductis B A F, *b* A *f* patet ſphæræ partem FA *f* quadruplo majorem eſſe altera B *a b*, atque adeo quadruplo plures eſſe in F A *f* attrahentes particulas, quam in B A *b*; ſed ob A F duplo majorem A B ſunt attractiones particularum in B A *b* quadruplo majores attractionibus ſimilium particularum in FA *f*: igitur facta debita compenſatione reperietur corpuſculum A æqualiter attrahi a duabus ſphæræ partibus F A*f*, B A *b*.

§. 232. Hinc ſequitur in Sphæra homogenea Corpus accedendo ad centrum, centrum verſus gravitare ex ſola actione Sphæræ, cujus ſemi-diameter eſt diſtantia Corporis a centro, quæ *Gravitas decreſcit, accedendo ad centrum in ratione diſtantiæ a centro*; nam omnis Materia, quæ ad majorem a centro diſtantiam datur, Sphæram cavam efficit, in qua actiones in Corpus ſeſe mutuo deſtruunt. Sit in ſphæra P E *p e* centro T deſcripta locatum corpuſculum S, & centro eodem T intervallo T S Tab. 3. concipe ſphæram interiorem S L O I deſcribi. Ma- Fig. 5. nifeſtum eſt per §. 231. ſphæricas ſuperficies concentricas, ex quibus ſphærarum differentia PSE*pe*O*p* componitur, attractionibus ſuis per attractiones contrarias deſtructis, nihil agere in corpus S. Reſtat ſola attractio ſphæræ interioris L O I G, quæ per §. 229. eſt ut diſtantia T S.

CAPUT XII.

De Motu Telluris.

§. 233. VT nullum dubium ſuperſit circa Syſtema in primo Capite hujus Libri explicatum, probandus nobis hic eſt Telluris motus, de quo non mirum ſi plures dubitaverint; nullis enim, niſi a Spectatoribus in Tellure inſtitutis obſervationibus motus cæleſtes a nobis determi-

minari queunt, & eadem phænomena apparent, ſive corpora ipſa transferantur, ſive Spectator moveatur; ita ut immediatis obſervationibus non conſtet, utrum motus Telluris ad corpora cæleſtia non referri debeat.

§. 234. Tellurem circa Solem circumferri, ex motuum Analogia deducitur, & ex examine Legum Naturæ plenius demonſtratur. Quod motuum Analogiam ſpectat, notandum circa Jovem, & Saturnum rotari Satellites corpore centrali minores; circa Tellurem Luna Tellure minor revolvitur; tandem circa Solem girantur corpora minora Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus: ſi cum his Tellus rotetur, ubique in Syſtemate noſtro corpora minora circa majora moventur; in hac autem regula exceptio dabitur reſpectu Solis, ſi ingens hoc corpus in motu minimam Telluris maſſam cingat.

§. 235. Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa quos ſingulos plurima corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis a corpore centrali diſtant, & quidem juxta hanc regulam: *Quadrata temporum periodicorum ſequuntur rationem cuborum diſtantiarum;* ex qua ſequitur Planetarum velocitates eſſe in ratione ſubduplicata inverſa diſtantiarum: quæ Regula applicari poteſt Telluri, ſi hæc cum ceteris Planetis circa Solem circumferatur, ut patet, ſi illius tempus periodicum, (tempus nempe, in quo Sol integram revolutionem peragere videtur,) ut & diſtantia a Sole, cum ceterorum Planetarum diſtantiis & temporibus periodicis conferantur. Vnicam autem patitur exceptionem regula hæc, ſi Sole translato, Tellus quieſcat.

In hoc caſu Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus, huic Regulæ in Motibus ſubjiciuntur ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ; ſola Luna cum Sole circa Tellurem, proportionem omnino diverſam ſervant. Eſt enim tempus revolutionis Lunæ circa tellurem dierum 27, Sol vero giros ſuos abſolvit diebus 365., & Luna 60.

ſemi-

ſemidiametris terreſtribus a terra in media diſtantia removetur: igitur ſi fiat ut 729. quadratum numeri 27. ad 133225. quadratum numeri 365., ita 216000. cubus numeri 60. ad alium, is erit 39460356., cujus radix cubica eſt 340; & hic numerus ſemidiametrorum terreſtrium diſtantiam Solis exhiberet a Terra, ſi in ejus motu locum obtineret eadem regula, qua reliqua omnia corpora mundana motus ſuos conſtanter temperant. Verum omnes conſentiunt Aſtronomi, & invictis rationibus demonſtrari poteſt Solem pluſquam trigeſies magis a Terra diſtare, quam ſunt 340. ſemidiametri Terreſtres. Inſtituto quoque calculo evinci facile poteſt Solis velocitatem reapſe longe majorem eſſe, quam quæ ſecundum eam regulam requiritur.

§. 236. Hiſce argumentis alia addam, quibus motum Telluris ſequelam eſſe neceſſariam legum Naturæ ex phænomenis deductarum clare patebit. Omnia corpora in ſe mutuo gravia ſunt; ideoque Sol & Tellus; ſed Motus, quo hæc duo corpora ad ſe mutuo feruntur, ex directis obſervationibus deducitur. Quodcunque horum corporum circa aliud moveatur, deſcribit Areas, lineis ad centrum hujus ductis, temporibus proportionales, quod ex obſervationibus Aſtronomicis conſtat; idcirco in Curva retinetur corpus motum per vim, quæ ad aliud Centrum dirigitur. Cum autem Actioni ſemper æqualis ſit Reactio, niſi Naturæ Leges, quæ ubique conſtanter locum habent, in totum evertantur, duo hæc Corpora ſeſe mutuo petunt celeritatibus, quæ ſunt inverſe ut horum Maſſæ.

Materiæ quantitas in Tellure fere nulla eſt reſpectu quantitatis Materiæ in Sole, ut in Capite ſequenti videbimus: quare hic lentiſſime movetur, dum celerrime ad hunc accedit Tellus. Vnde ſequitur Tellurem circa Solem circumferri, ne in hunc motu illo violentiſſimo cadat.

§. 237. Motus hic idem Telluris ex iiſdem principiis & alia methodo deducitur. Duo Corpora, quæ vi quacunque ad ſe mutuo feruntur, tandem con-

concurrent, aut continuo magis a ſe mutuo recedent, niſi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud verſus fertur; cum vero corpora, quæ in ſe mutuo gravitant, preſſionibus æqualibus ſeſe mutuo petant, non poterunt corpora hæc in motu circum ſe mutuo perſeverare, niſi ambo ita moveantur, ut vires centrifugas æquales habeant; quod, niſi ambo circa commune ſuum Gravitatis centrum æqualibus temporibus rotentur, non obtinet; id eſt, ſi Propoſitio hæc ad Solem & Tellurem applicetur, niſi circa punctum, cujus diſtantia a centro Solis eſt ad ipſius diſtantiam a centro Telluris, ut quantitas Materiæ in Tellure ad Materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur: quod Punctum ergo parum admodum a centro Solis diſtat. Cum autem quodcunque horum corporum moveatur, in motu circa aliud perſeveret, ſequitur ambo motibus memoratis ſubjici, Solemque exiguo motu agitari, dum Tellus Orbem maximum deſcribit. Ex quibus ſequitur motum Telluris ab illo negari non poſſe, qui ex Legibus motus ex Phænomenis deductis ratiocinatur.

§. 238. Probato motu Telluris annuo, & relata Tellure inter Planetas, exigua tantum difficultas ſupereſt reſpectu motus circa Axem; nemo enim, qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, conceſſo motu circa Axem, Telluris annuum motum negant; ſatis ergo erit in tranſitu notare, omnes Planetas, circa quos reſpectu hujus motus obſervationes inſtituere licet, circa Axes rotari; & motum ſimilem Telluri competere, uniformem motum diurnum corporum, ad diſtantias quaſcunque ab hac remotorum, ſatis indicare. Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum in minori quam viginti quatuor horarum tempore revolutionem integram peragentium vix magis probabilem eſſe, quam a nobis concipi poteſt.

§. 239. Etiam cum Naturæ Legibus minime congruit motus hic omnium corporum cæleſtium;

nam,

nam, ſi hæc rotentur, circulos, quorum centrum Tellus occupat, motu æquabili, ſingulis diebus, percurrunt: id eſt, deſcribunt areas, lineis ad centrum Telluris ductis, temporibus proportionales; & in orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris diriguntur, & quibus, propter omnis actionis reciprocationem, Tellus etiam continuo illa corpora verſus trahitur; ita ut violentiſſimo motu neceſſario agitari debeat: unde patet motum diurnum non ad ipſa corpora cæleſtia referri debere, ſed ad Tellurem circa axem rotatam.

§. 240. Objiciunt qui Tellurem quieſcere contendunt, corpora in Telluris ſuperficie, ex vi centrifuga, juxta tangentem ad circulum Æquatori parallelum, debere a Tellure recedere. Reſpondemus corpora eodem motu cum ſuperficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri; & ideo reſpectu punctorum ſuperficiei, quibus reſpondent, conari recedere per lineas ad axem perpendiculares; etiam corpora gravitate ad centrum Telluris tendere; & ideo, motu ex hiſce ambobus compoſito, corpus continuo, aut moveri, aut moveri conari; ſed quia primus motus reſpectu ſecundi eſt admodum exiguus, parum tantum a directione centrum verſus detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis a Polo diſtat, quod cum experientia congruit. In ſequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris Figura agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris ſuperficiem, quæ non eſt exacte ſphærica.

§. 241. Corpus, quod in altum projicitur, non modo motu, quo projicitur, gaudet, ſed etiam fertur motu impreſſo illi, qui hoc projicit, aut Machinæ, ex qua propellitur, id eſt, motu communi cum puncto ſuperficiei Telluris, cui reſpondet, fertur; ideoque in eadem linea, reſpectu ſuperficiei Telluris translatæ movetur, in qua translatum foret, ſi Tellus quieſceret.

CAPVT XIII.

De Denſitate Planetarum.

§. 242. SVpereſt, antequam ad Syſtematis explicationem phyſicam tranſeamus, ut quantitates materiæ in quibusdam corporibus, & horum denſitates, determinemus; quibus notis effectus legum, quibus hæc corpora reguntur, facilius patebunt.

§. 243. Quantitates materiæ in diverſis corporibus ſunt inter ſe, ut gravitates ad eandem diſtantiam ab hiſce corporibus per §. 222. hujus tractatus; quæ gravitates ſunt inter ſe inverſe, ut quadrata temporum periodicorum corporum revolutorum, circa varia illa corpora, ad eandem illam diſtantiam, quemadmodum cap. 14. §. 409. hujus Phyſicæ eſt demonſtratum. Multiplicando quantitates, quæ ſunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus diſtantiæ, non mutatur ratio harum quantitatum; quæ ergo ſunt inter ſe, ut quotientes diviſionum cubi memorati per quadrata temporum periodicorum memoratorum. Sed in Syſtemate Planetario detegitur quotiens talis diviſionis pro corpore quocunque, dividendo cubum alterius diſtantiæ cujuſcunque per quadratum temporis periodici corporis ad hanc diſtantiam revoluti: quotientes enim hujuſmodi ſunt æquales inter ſe, pro omnibus corporibus, circa idem, ad diſtantias quaſcunque, motis; ut ſequitur ex æqualitate rationis inter cubos diſtantiarum, & quadrata temporum periodicorum ad has diſtantias. Ex quibus deducimus *quantitates Materiæ in corporibus quibuſcunque, in Syſtemate noſtro, eſſe inter ſe directe, ut cubos diſtantiarum: ad quas circa hæc, corpora alia revolvuntur, & inverſe ut quadrata temporum periodicorum horum corporum revolutorum.*

Idipſum ita analytico calculo conficitur. Jam ex dictis cap. XI. hujus tractatus, & cap. 7. Phyſicæ Ele-

Elementorum, notum eſt vim gravitatis, ſeu vim centralem corporis cujuſcunque eſſe in ratione compoſita ex directa maſſæ corporis attrahentis, & inverſa quadrati diſtantiæ corporis quod attrahitur, a centro attrahentis; idcirco ſi vis hæc centralis dicatur f, corporis maſſa m, d diſtantia, t tempus periodicum, erit $f = \frac{m}{dd}$, & $m = f d d$. Sed quemadmodum §. 408. hujus Phyſicæ demonſtratum eſt, eſt eadem vis centralis $f = \frac{d}{tt}$; igitur ſi in æquatione ſuperiori $m = f d d$ loco f ſubſtituatur $\frac{d}{tt}$, erit $m = \frac{ddd}{tt}$; ideſt cum corpus circa aliud revolvitur, corporis attrahentis maſſa eſt directe ut cubus diſtantiæ inter corpora, & inverſe ut quadratum temporis periodici ejus, quod revolvitur.

§. 244. Demonſtratur hæc, ſeponendo agitationem corporis centralis, cuius materiæ quantitas quæritur. Propter Solis magnitudinem reſpectu Veneris ex. gr., quem ex Planetis ſolum conſideramus, vix ex hujus actione agitatur ille, & Planeta hic poteſt conſiderari quaſi motus circa corpus quieſcens. Satellites Jovis & Saturni, motu quidem communi cum Primariis feruntur, ſed circa hos, quaſi circa corpora quieſcentia, propter Primariorum magnitudinem, transferuntur.

§. 245. Luna autem ſatis ſenſibiliter in Tellurem agit, & hanc agitat; quare antequam ope Regulæ memoratæ, cum motu Lunæ computationem inire poſſimus, de conferenda materiæ quantitate in Tellure cum materiæ quantitatibus in Sole, Jove, & Saturno, determinanda eſt diſtantia, ad quam Luna circa Tellurem quieſcentem, id eſt, actione Lunæ non translatam, revolvi poſſet, in eodem tempore periodico, in quo revolutionem ſuam revera peragit. Hic etiam non attendimus ad motum communem Telluri & Lunæ, quo circa Solem ambo feruntur.

Luna in motu ſuo circa Tellurem perſeverat;

ideo Tellus & Luna circa communem gravitatis centrum rotantur, ut ex demonſtratis circa Tellurem & Solem §. 237. hujus Tractatus ſequitur. Luna ergo vi, qua Tellurem verſus tendit, revolvitur in Orbita, cujus ſemi-diameter eſt diſtantia Lunæ a memorato communi centro gravitatis Lunæ & Telluris. Si Tellus quieſceret, & Luna diſtantiam ſuam ab hac ſervaret, in orbita majori Luna moveretur, & majus foret tempus periodicum; admota vero Luna, ita ut hujus centrum a centro Telluris detur ad diſtantiam ſexaginta ſemi diametrorum, tempus periodicum idem eſſet cum tempore revolutionis circa memoratum commune gravitatis centrum, uti computationem ineunti facile patebit; de qua videſis adnotata *ad prop. 4. Lib. 3. Princ. Math. Newtoni Editionis Genevenſis*.

§. 246. Hiſce præmiſſis ipſam aggredimur computationem.

Diſtantia Veneris a centro Solis eſt 723., & tempus periodicum 19414. 60".

Quartus Satelles Jovis diſtat a centro Jovis partibus 12., ^{4775}, quarum Venus a Sole diſtat 723: hujus Satellitis tempus periodicum eſt 1441929".

Quartus Satelles Saturni diſtat a centro Saturni, partibus iiſdem 8., ^{5017}, & tempus periodicum eſt 1377674".

Tandem diſtantia Lunæ 60 ſemi diam. Telluris a centro hujus, eſt partium memoratarum 3., ^{054}; Tempus periodicum medium 2360580".

Diviſis ſingulis cubis harum diſtantiarum, reſpective per ſuorum temporum periodicorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui ſunt inter ſe, ut materiæ quantitates in dictis corporibus centralibus: qui quotientes ſunt inter ſe ut Numeri ſequentes, ſi Tellurem excipiamus, circa quam correctio adhibenda fuit; quia Solis Actione gravitas Lunæ in Tellurem parte $\frac{1}{183}$ minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda eſt eadem quantitate, quod fecimus.

Quan-

Quantitates Materiæ

in Sole ;	*Jove ;*	*Saturno ;*	*Tellure ;*	*Luna.*
10000.	9, 191.	3, 130.	0, 0512.	0, 0013.

§. 247. Ex obſervationibus Aſtronomicis nota etiam eſt ratio, quæ datur inter diametros horum corporum ; & quarum partium Solis diameter continet 10000, diameter Jovis continet 997, Saturni 791, & Telluris 109. Idcirco ſi quantitates materiæ memoratæ per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter ſe, ut pondera in ſuperficiebus dictorum corporum per §. 227. hujus Tractatus ; ſunt autem quotientes hi, ut numeri ſequentes.

Gravitates in Superficiebus

Solis ;	*Jovis ;*	*Saturni ;*	*Telluris ;*	*Lunæ.*
10000.	936.	519.	431.	146.

§. 248. Dividendo hos numeros per diametros, habemus proportionem denſitatum eorundem horum corporum per §. 230. Quotientes hiſce diviſionibus detecti, ſequentium numerorum rationem habent.

Denſitates

Solis ;	*Jovis ;*	*Saturni ;*	*Telluris ;*	*Luna.*
10000.	9385.	6567.	39539.	48911.

Quæ Lunam ſpectant, in Capite ultimo determinamus ; ſed illa hic adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri poſſint.

§. 249. Minime probabile eſt corpora memorata quatuor homogenea eſſe ; unde ſequitur denſitates non exacte determinari poſſe, quare tantum determinantur denſitates mediæ, id eſt, quas corpora haberent, ſi, ſervata materiæ quantitate & magnitudine, corpora forent homogenea.

§. 250. Proportio memorata inter denſitates reſpectu omnium corporum, & computationes reliquæ reſpectu Solis, Jovis, & Saturni, ſenſibili errore expertes ſunt ; quantum ad Tellurem in his error forte datur corrigendus ex obſervationibus, quibus diſtantia Telluris a Sole magis accurate determinabitur.

Ponimus enim diſtantiam Lunæ 60 Semidiam., eſſe

eſſe partium 3, 054, quarum Venus a Sole diſtat 723, id eſt, quarum Tellus a Sole diſtat 1000; quæ Lunæ diſtantia detegitur, ponendo Solis Parallaxim horizontalem 10″, 30‴, quæ tamen pro vera abſolute haberi non poteſt, licet ex obſervationibus exactiſſimis de Martis Telluri maxime vicini Parallaxi huc uſque inſtitutis deducatur, ſed quæ nimium eſt exigua, ut circa obſervationes nulla erroris ſuſpicio ſuperſit. Errorem tamen ex male determinata ratione inter Semidiametrum Telluris & hujus a Sole diſtantiam non mutare determinatam Telluris denſitatem, ex ipſis computationibus circa hanc inſtitutis deducitur. Ex hiſce ſequitur enim denſitates corporum eſſe inter ſe, in ratione compoſita ex directa cuborum diſtantiarum corporum, quæ circumferuntur, & inverſa quadratorum temporum periodicorum horum ipſorum corporum revolutorum; ut & inverſa cuborum diametrorum corporum centralium; quorum denſitates quæruntur. Ratio ex his compoſita eſt compoſita ex ratione inverſa quadrati temporis corporis circumacti, & ratione directa fractionis, cujus numerator eſt cubus diſtantiæ corporis revoluti, & denominator cubus diametri corporis centralis. Fractio autem talis datur, ſi nota ſit ratio inter diametrum corporis centralis & diſtantiam corporis revoluti ab hoc centro, licet hæ diſtantiæ cum aliis non poſſint conferri. Ratio autem hæc reſpectu Telluris & Lunæ, æque ac reſpectu ceterorum corporum datur; quare & Telluris denſitatis ratio ad reliquorum corporum denſitates exacte detegitur.

CA-

CAPVT XIV.

De Cauſa motus Planetarum, quam Renatus des Cartes *commentus eſt.*

§. 251. SVpponit Carteſius omnem illam materiam, ex qua hic Mundus aſpectabilis eſt compoſitus, fuiſſe initio a Deo diviſam in particnlas quam proxime inter ſe æquales, & magnitudine mediocres; & æqualiter fuiſſe motas tum ſingulas circa propria ſua centra, & ſeparatim a ſe mutuo, ita ut corpus fluidum componerent, tum etiam plures circa alia quædam puncta æque a ſe mutuo remota, ſicque varios Vortices componerent. Poſtea particulas haſce æquales, inteſtino motu attritas, reſolvit in globulos diverſæ magnitudinis, quas omnes *Secundum Elementum* vocat; & fluidum quoddam ex partibus irregularibus minutiſſimis ab angulis globulorum detritis, & maxima celeritate in omnes partes motis conſtans, quod *Primum Elementum* appellat. Cumque hujus major ſuppeteret copia, quam quæ interſtitiis globulorum implendis ſufficeret, reliqua verſus centrum detrudebatur a globulis a centro ob motum circularem recedentibus; ibique in corpus Sphæricum collecta corpus Solis, vel Fixæ in cujuſvis Vorticis centro conſtituit.

§. 252. Præter motum æqualem particulis circa centrum Vorticis primitus impreſſum, Sol modo in Vorticis centro genitus, & in eandem partem cum reliqua Vorticis materia circa ſuum axem revolutus, & ſemper aliquid ſui per anguſtos meatus, qui ſunt inter globulos Secundi Elementi verſus Eclipticam, ſive circulum inter polos medium, emittens (tantundem a vicinis Vorticibus ad polos recipiens) vim habet ſecum rapiendi globulos iſtos; viciniores quidem celerius, remotiores autem tardius. Cum autem inferiores globuli materiæ Cæleſtis celerius moveantur, quam ſuperiores, debent etiam eſſe mino-

res; ſi enim eſſent majores, vel æquales, hoc ipſo haberent plus virium, ideoque ex vi centrifuga ſuperiores evaderent. Atque hæc omnia in quovis Vortice ita ſe habebunt, ut dictum eſt, uſque ad certum terminum, ultra quem globuli ſuperiores inferioribus celerius moventur, & quantum ad magnitudinem ſunt æquales. Terminum hunc in Solis Vortice circa Saturni orbem, aut paulo ultra, conſtituit.

§. 253. His poſitis ſi contingat ſidus aliquod, quod in centro ſui Vorticis poſitum Solis vicem gerit, maculis obvolutum, atque ſic debilitatum, a Vortice Solis vicino devictum abripi; ſi ſidus hoc minoris agitationis ſit capax, ſive minus habeat ſoliditatis, quam globuli ſecundi Elementi, qui ſunt verſus circumferentiam noſtri Cæli, ſed tamen aliquanto plus, quam aliqui ex iis, qui ſunt verſus Solem; intelligemus ſidus iſtud, ſtatim atque a Vortice Solis abreptum eſt, continuo verſus ejus centrum deſcendere debere, donec devenerit ad eos globulos cæleſtes, quibus in ſoliditate, ſive in aptitudine ad perſeverandum in ſuo motu per rectas lineas, eſt æquale. Cumque tandem ibi erit, non amplius ad Solem magis accedet, neque etiam ab eo recedet, niſi quatenus ab aliquibus aliis cauſis inferius recenſendis nonnihil hinc inde propelletur; ſed inter iſtos globulos cæleſtes libratum, circa Solem gyrabit, & erit Planeta. Horum igitur unuſquiſque quieſcit in ea Cæli regione, in qua verſatur; & omnis variatio ſitus, quæ in illis obſervatur, ex eo tantum procedit, quod omnis materia Cæli, quæ illos continet, moveatur.

§. 254. Secundum hoc itaque Siſtema nihil vetat quominus arbitremur ſpatium, in quo jam unicus Vortex Solis continetur, initio in ſeptemdecim pluresque Vortices fuiſſe diviſum; eoſque ita fuiſſe diſpoſitos, ut ſidera, quæ in centris ſuis habebant, multis paulatim maculis tegerentur, & deinde iſti Vortices alii ab aliis deſtruerentur, unus citius, alius tardius, pro diverſo eorum ſitu. Adeo ut cum illi

qua-

quatuor, in quorum centris erant Sol, Terra, Juppiter, & Saturnus, ceteris eſſent majores, ſidera, quæ in centris quinque minorum Saturnum circumſtantium verſabantur, verſus Saturnum delapſa ſint, & quæ in centris quatuor aliorum Jovi vicinorum, verſus Jovem, & ſimiliter Luna Telluri vicina, verſus Terram; & poſtea Mercurius, Venus, Terra cum Luna, & Mars (quæ ſidera etiam ſingula ſuum Vorticem prius habuerunt) verſus Solem; ac tandem etiam Juppiter, & Saturnus, una cum minoribus ſideribus iis adjunctis, confluxerint verſus eundem Solem ipſis multo majorem, poſtquam eorum Vortices fuerunt abſumpti. Sidera autem reliquorum Vorticum, ſi unquam plura fuerint quam ſeptemdecim in hoc ſpatio, in Cometas abierint, in recta fere linea de Vortice in Vorticem tranſeuntes, & nunquam in orbem revertentes. Sicque jam videntes primarios Planetas ad diverſas diſtantias circa Solem deferri, judicabimus id ex eo contingere, quod eorum, qui Soli viciniores ſunt, ſoliditas ſit minor quam remotiorum. Atque hinc etiam fieri, quod ſemper eadem pars Lunæ ſit Terræ obverſa, vel certe non multum ab ea deflectat, quia alia ejus pars a Terra averſa, aliquanto eſt ſolidior, & ideo Terram circumeundo majorem ambitum debet percurrere. Et videntes inferiores ex iſtis Planetis altioribus celerius in orbem ferri, putabimus id ex eo fieri, quod materia primi Elementi, quæ Solem componit, celerrime gyrando viciniores Cæli partes, iiſque innatantes, & in iis relative quieſcentes Planetas, magis ſecum abripiat, quam remotiores. Juppiter autem, Terra &c. circa proprios axes vertuntur, quia antea erant ſidera lucida in aliquorum Vorticum centris conſiſtentia, & ibi procul dubio noſtri Solis inſtar gyrantia: & nunc materia Primi Elementi in eorum centris congregata, ſimiles adhuc motus habet, ipſoſque impellit.

§. 255. Denique non putandum eſt omnia centra Planetarum accurate in eodem plano ſemper conſiſtere; nec circulos, quos deſcribunt, eſſe omnino

uo perfectos ; ſed ut in omnibus aliis rebus naturalibus contingere videmus, iſta tantum præter propter talia eſſe, ac etiam labentibus ſæculis continuo mutari. Cum enim omnia corpora, quæ ſunt in Vniverſo, contigua ſint, atque in ſe mutuo agant, motus uniuſcujuſque a motibus aliorum omnium dependet, atque ideo innumeris modis variatur. Vnde quamvis omnes Planetæ motus circulares ſemper affectent, nullos tamen perfectos circulos unquam deſcribent ; ſed modis omnibus tam in longitudinem, quam in latitudinem ſemper aliquantulum aberrabunt. Atque hæc eſt Carteſiani ſyſtematis ſumma, quantum ad Cæleſtium corporum motus cauſas, & rationes phyſicas ſpectat. Quam vero hæc philoſophandi ratio naturæ ordini, concinnitati, certiſque legibus & phænomenis adverſetur, facile quiſque dijudicabit, poſtquam ſequentia Lemmata oſtenderimus.

Lemma I.

§. 256. *Si circa eundem axem revolvantur corpora duo in eadem ab axe diſtantia, atque etiam alia duo ſimiliter in alia quavis diſtantia, dico rationem differentiæ motus angularis priorum corporum ad differentiam motus angularis poſteriorum, componi ex ratione translationis corporum priorum a ſe invicem ad translationem poſteriorum a ſe invicem, & ratione diſtantiæ poſteriorum ab axe ad diſtantiam priorum ab eodem axe.*

Motus angularis is dicitur, quo conficitur angulus ad axem, circa quem fit motus ; unde illa dicuntur habere eundem vel æqualem motum angularem, quæ quantumvis inæquali diſtantia ab axe poſita, æquales angulos ad axem eodem tempore, vel temporibus æqualibus conficiunt ; & differentia motuum angularium eſt differentia angulorum ad axem a mobilibus ſimul confectorum. Qua poſita definitione, ſic Lemma demonſtratur.

Tab. 4. Fig. 5. Sint in eadem diſtantia ab axe motus bina corpora A & B ; item & alia bina E, F in alia quacun-

cunque diſtantia ab eodem axe S. Moveantur poſtea utcunque, & a ſe invicem ſeponentur, nempe A in *a*, & eodem tempore B in *b*; E in *e*, & F in *f*. Differentiæ motuum angularium erunt anguli *aSb*, *eSf*; quos dico eſſe inter ſe in ratione compoſita ex ratione arcus *ab* (translationis nempe priorum a ſe invicem) ad arcum *ef* (translationem poſteriorum a ſe invicem); & ratione SF ad SB. Sit arcus CD ſimilis arcui *ef*; ratio *ab* ad *ef* componitur ex rationibus *ab* ad CD, & CD ad *ef*. Sed ut *ab* ad CD, ita (per 33. Elem. 6.) angulus *aSb* ad angulum CSD, vel ad ejus æqualem *eSf*; & CD ad ſimilem arcum *ef*, ut SB ad SF. Ratio ergo *ab* translationis priorum ad *ef* translationem poſteriorum, componitur ex ratione anguli *aSb* ad *eSf*, & ratione diſtantiæ AS ad FS. Vnde ſi *ab* translatio priorum a ſe invicem appelletur T; *ef* translatio poſteriorum *t*; *aSb* differentia motuum angularium priorum dicatur A, *eSf* ſit *a*; AS dicatur D, & FS *d*, erit T, *t* : : D × A, *d* × *a*; & propterea T × *d* × *a* = *t* × D × A, & A, *a* : : T × *d*, *t* × D. Quod erat demonſtrandum.

LEMMA II.

§. 257. *Sit* DCE *hyperbole tertii generis ad aſymptoton* AE *ita relata, ut ordinatæ* CB, *cb*, *& ſic de ceteris, ſint reciproce ut cubi abſciſſarum* AB, *ab; dico ſpatium interminatum* CBEF *comprehenſum inter rectas* CB, BE *& curvam* CE, *eſſe ad ſpatium interminatum* *cb*EF, *reciproce ut quadratum C b ad quadratum* AB. Tab. 4. Fig. 6.

Poſitis ordinatis CB vel *cb* = y, & abſciſſis AB vel *ab* = x, eſt curvæ æquatio $y = \frac{a^4}{x^3}$, ſeu, ut ſalvetur analogia $yx^3 = a^4$; & ſpatii interminati CBEF elementum erit $a^4 \cdot x^{-3}\, dx$; ſumma vero elementorum, ſpatium nempe ipſum $\frac{a^4}{2x^2}$, hoc eſt, $+\frac{a^4}{2x^2}$,

ſeu

ſeu † $\frac{a^4}{2AB^2}$, ſed ad partes B E. Similiter ſpatium interminatum *cb*EF erit † $\frac{a^4}{2Ab^2}$. Sed $\frac{a^4}{2AB^2}$, $\frac{a^4}{2Ab^2}$ :: $2Ab^2$, $2AB^2$ :: Ab^2, AB^2. Q. E. D.

LEMMA III.

§. 258. *Si corporum duorum contiguorum unum ſuper alterum moveatur, & idem fiat in aliis duobus corporibus eadem vi atque priora verſus ſe invicem preſſis, dico impreſſionem factam a frictione priorum in ſe mutuo eſſe ad ſimilem impreſſionem poſteriorum, in ratione compoſita ex ratione translationis priorum ad translationem poſteriorum, & ratione ſuperficiei, qua priora ſe mutuo contingunt, ad ſuperficiem, qua poſteriora ſe mutuo contingunt, nempe in quibus impreſſiones fiunt.*

Tab. 4. Fig. 7. Moveatur A ſuper B, C ſuper D; & eadem vi, qua eſt preſſum A verſus B, ſit preſſum C verſus D. Conſtat imprimis, quod ſi ſuperficies, quibus hæc quatuor corpora bina ſe contingunt, eſſent perfecte lubricæ, nulla foret corporum impreſſio in ſe mutuo. At ponamus in utriſque, tam in A B, quam in C D, eſſe æqualem defectum lubricitatis partium, adeoque æqualem reſiſtentiam ex defectu lubricitatis ortam; tunc liquet, quod ſi ſuperficies, quibus corpora bina bina ſe contingunt, ſint æquales, impreſſionem corporum A & B in ſe mutuo eſſe ad ſimilem impreſſionem corporum C & D, ut translatio ſeu velocitas, qua partes corporum A & B ſeparantur a ſe invicem, ad ſimilem translationem, ſeu velocitatem partium C & D. Et contra ſi hujuſmodi translationes, ſeu velocitates eſſent æquales, & inæquales ſuperficies, quibus corpora bina bina ſe contingunt, tunc impreſſiones eſſent ut ſuperficies, quibus corpora bina bina ſe contingunt. Dum ergo tam ſuperficies, quam translationes ſunt inæquales, erit impreſſio corporum priorum

rum A B in ſe invicem ad ſimilem impreſſionem corporum poſteriorum C D, in ratione compoſita ex ratione ſuperficiei, qua corpora priora ſe contingunt, ad ſuperficiem, qua ſe contingunt poſteriora, & ex ratione translationis, ſeu velocitatis, qua partes priorum A & B a ſe invicem ſeparantur, ad ſimilem translationem partium corporum poſteriorum C & D. Q. E. D.

Lemma IV.

§. 259. *Si ſphæra ſolida in fluido uniformi & infinito circa axem poſitione datum uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulſu ſolo agatur fluidum in orbem; perſeveret autem fluidi pars unaquaque uniformiter in motu; erunt tempora periodica partium fluidi, ut quadrata diſtantiarum a centro ſphæræ.*

Deſignet A E H ſphæram uniformiter circa axem S rotatam. Fluidum infinitum ſphæræ undique circumfuſum diviſum intelligatur in orbes innumeros concentricos ejusdem craſſitudinis; quorum quivis per ſe ſpectatus ſolidus eſt: hi vero deſignentur per circulos B F K, C G L, D M N &c. Quoniam fluidum ſic diviſum homogeneum ponitur (hoc eſt omnes ejus partes æqualiter compreſſæ) impreſſiones contiguorum orbium in ſe mutuo factæ, erunt per Lemma 3. conjunctim ut eorum translationes ab invicem, & ſuperficies contiguæ, in quibus impreſſiones fiunt. Si impreſſio in orbem aliquem major eſt vel minor ex parte concava; prævalebit impreſſio fortior, & velocitatem orbis vel accelerabit, vel retardabit, prout in eandem plagam cum ipſius motu, vel in contrariam dirigitur. Proinde quoniam ex hypotheſi fluidum in motu ſuo uniformiter perſeverat, impreſſiones ex utraque parte cujuſcunque orbis in contrarias plagas factæ, æquales ſunt; & ideo ratio, quæ æqualis eſt rationi impreſſionum (ratio nimirum compoſita ex rationibus translationum, & ſuperficierum contiguarum) erit etiam ratio æqualitatis. Unde translationes ſunt reciproce, Tab. 4. Fig. 8.

ut

ut ſuperficies contiguæ, hoc eſt, reciproce ut quadrata diſtantiarum a centro. Sed per Lemma 1. differentiæ motuum angularium ſunt ut tranſlationes directe, & diſtantiæ a motus centro inverſe: Igitur dictæ differentiæ motuum angularium orbium concentricorum ſunt reciproce ut quadrata diſtantiarum a centro, & reciproce ut diſtantiæ a centro conjunctim, hoc eſt, reciproce ut cubi diſtantiarum a centro. Ergo ſi ex omnibus punctis rectæ SZ ex centro eductæ, ubi ſuperficies contiguæ orbium concentricorum illam ſecant, nempe A, B, C, D &c. erigantur ad SZ normales A*a*, B*b*, C*c*, D*d* cubis ipſarum SA, SB, SC, SD &c. reciproce proportionales; erunt hæ ordinatæ reſpective, ut prædictæ differentiæ motuum angularium reſpectivorum orbium concentricorum, & ſummæ harum ordinatarum, ut ſummæ dictarum differentiarum; hoc eſt (cum orbis extimus, ſeu infinite diſſitus omnino non moveatur), ut motus toti angulares. Si jam craſſitudo orbium minuatur in infinitum (quomodo circumfuſum medium eatenus ſit uniformiter fluidum) ſummæ prædictarum ordinatarum fient areæ AZ*a*, BZ*b*, CZ*c*, DZ*d* &c. Adeoque motus toti angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. ſunt ut areæ BZ*b*, CZ*c*, DZ*d* &c. reſpective. In figura vero AZ*a* ordinatæ B*b*, C*c*, D*d* &c. ſunt reciproce ut cubi rectarum SB, SC, SD &c. unde per Lemma 2. areæ BZ*b*, CZ*c*, DZ*d* &c. ſunt inverſe ut quadrata rectarum SB, SC, SD &c. Et ideo motus angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. ſunt inverſe ut quadrata ſuarum ſemidiametrorum SB, SC, SD &c. Sed tempora periodica ſunt motibus angularibus reciproce proportionalia: ergo tempora periodica orbium BFK, CGL, DMN &c. ſunt in ratione directa (quippe reciproca inverſe) quadratorum ſuarum diſtantiarum a centro S, nempe rectarum SB, SC, SD &c. Adeoque patet propoſitio, ſi medium ſphæræ circumfuſum conſtare intelligatur ex innumeris ſolidis orbibus tenuiſſimis concentricis.

Si

Si vero ductæ intelligantur infinitæ rectæ quamplurimæ continentes cum axe angulos æqualibus exceſſibus ſe mutuo ſuperantes, & his rectis circa axem revolutis, & ſuperficies conicas deſcribentibus, concipiantur orbes in annulos innumeros ſecti; annulus unuſquiſque habebit annulos quatuor ſibi contiguos, unum interiorem, alium exteriorem, & duos laterales ex eodem orbe reſectos. Attritu interioris & exterioris nequit intermedius aliter moveri, quam prius ante ſectos orbes; alioquin partes fluidi non perſeverarent in motu ſuo uniformiter; ſed medius iſte in motu ſuo acceleraretur, vel retardaretur, ut prius de orbibus integris oſtenſum, contra hypotheſim. Et propterea annulorum ſeries quælibet a ſolida ſphæra centrali in infinitum recta pergens, & inter duas proximas ſuperficies conicas comprehenſa, movebitur eodem prorſus modo, quo hæ ipſæ movebantur ante diviſionem orbium in annulos; niſi quatenus quiſque in hac ſerie annulus impeditur ab attritu annulorum ad latera. Hic vero attritus nullus eſt, quia annuli omnes a media ſphæra ſolida æqualiter diſtantes (hoc eſt ex eodem orbe reſecti) eodem tempore revolvuntur: nam ſi hoc non fieret, ſed qui verſus polos citius, vel tardius circuitus ſuos abſolverent, quam qui ſunt verſus circulum inter polos medium; tardiores ex attritu mutuo incitarentur, & velociores retardarentur, contra hypotheſim, qua ſuppoſuimus fluidum perſeverare in motu ſuo uniformiter. Cum ergo annulorum omnium, in eadem diſtantia a centro, idem ſit tempus periodicum, revolventur ſimiliter ac ſi ex orbe ſolido non dum eſſent reſecti; hoc eſt abſque attritu: & ideo eadem lex in hoc caſu orbium in annulos reſectorum obtinet, quæ prius obtinebat ante orbium diviſionem; hoc eſt annulorum ſingulorum tempora periodica erunt ut quadrata diſtantiarum ipſorum a centro mediæ ſphæræ ſolidæ.

Dividatur jam annulus unuſquiſque ſectionibus tranſverſis in particulas innumeras conſtituentes fluidum abſolute, & uniformiter tale: & quoniam hæ

hæ ſectiones non ſpectant ad legem motus circularis, ſed ad conſtitutionem fluidi ſolummodo conducunt, perſeverabit motus circularis ut prius. His diviſionibus annuli omnes quam minimi aſperitatem & vim attritus mutui aut non mutabunt, aut mutabunt æqualiter, & manente cauſarum proportione manebit effectuum proportio; hoc eſt proportio motuum & temporum periodicorum, ut prius. Et igitur partium ſingularum in ſupra deſcripto Vortice tempora periodica erunt, ut quadrata diſtantiarum a centro Vorticis. Q. E. D.

COROLLARIUM 1.

Si major ſit reſiſtentia partium Vorticis in majore a centro diſtantia, quam in minore vel ob majorem craſſitiem, vel minorem fluiditatem particularum fluidum conſtituentium, vel ob aliam quamlibet cauſam; tum ſegnius movebuntur partes Vorticis a centro remotiores, quam pro ratione ſuperius in propoſitione ſtabilita; hoc eſt tempus periodicum partium Vorticis a centro remotiorum erit ad tempus periodicum partium centro viciniorum in majore quam duplicata ratione diſtantiarum iſtarum particularum a centro.

COROLLARIUM 2.

Si Vortex non extendatur in infinitum, ſed fluidum in Vorticem circumactum contineatur vaſe rigido violenter detento, diverſæ figuræ a ſphærica globo centrali concentrica; movebuntur Vorticis particulæ non in circulorum peripheriis globo circumagenti concentricis, ſed in lineis fere conformibus vaſis figuræ; & tempora periodica erunt ut quadrata mediocrium diſtantiarum a centro quamproxime.

§. 260. His præmiſſis propoſitionibus facile modo eſt univerſam Carteſianorum Vorticum fabricam peſſumdare. Et 1. cum ex 4°. Lemmate pateat Vorticem quemlibet a ſphæra ſolida circa axem poſitione datum uniformiter revoluta factum, in infinitum propagari, ſi non impediatur; ſi Mundus ex

hu-

huiuſmodi Vorticibus conſtaret, fierent totidem Vortices in infinitum pergentes, quot ſunt fixæ, quarum quævis, & ex Carteſii mente, inſtar Solis noſtri Vorticem efficit. Neque Vortices definirentur certis limitibus, ſed ſerperent, & in ſe mutuo paulatim excurrerent. Atque hoc pacto fluidi infiniti Vniverſum conſtituentis pars unaquæque eo agitabitur motu, qui ex omnium ſphærarum centralium ſive Solium actionibus reſultat. Quantum vero hæc incertitudo abſit a certo ordine, ſitu & motu Fixarum, quæ arctiſſimis vinculis calculi ſimpliciſſimi connectuntur, Aſtronomiæ periti judicabunt.

2. Porro quoniam Vorticis ſupradicto modo geniti partes centro propiores celerius motæ urgent exteriores, motumque ipſis ea actione perpetuo communicant, & exteriores illæ eandem motus quantitatem in alias adhuc extèriores ſimul transferunt; quia ex hypotheſi ea eſt Vorticis conditio, ut unaquæque fluidi pars perſeveret in motu ſuo uniformiter, neque in eadem a centro diſtantia nunc magis, nunc minus incitetur; patet quod motus perpetuo a centro ad Vorticis circumferentiam transferatur, & per infinitatem circumferentiæ abſorbeatur. Et proinde ad conſervationem Vorticis in eodem ſtatu requiritur principium aliquod activum, a quo Sphæra centralis, ſive Sol iſtius Vorticis, eandem ſemper quantitatem motus accipiat, quam in materiam Vorticis imprimit. Vnde autem tale principium activum in Sole quovis Vorticem ciente reſidens arceſſant Carteſiani, non video; cum ipſe Carteſius §. 146. *Part. 3. Princip. Philoſ.* audacter dicat: *nihil occurret circa phænomena Planetarum, cujus ratio ex jam dictis non facile reddatur*. Neceſſitatem hujuſmodi principii activi in Vorticum centralibus ſphæris ſatis perſpexit oculatiſſimus Keplerus; adeoque ne paulatim langueat motus, in illas ab Omnipotentia creatrice in ipſo rerum exordio impreſſus, hunc vel perpetua Creatoris cura, vel Animæ ad id deſtinatæ ope ſuſtentatum vult. Nam abſque tali principio activo, neceſſe eſt ut ſphæræ centrales,

& Vorticum partes interiores, propagantes ſemper motum ſuum in exteriores, neque novum aliquem motum accipientes, tardeſcant paulatim, & in orbem agi deſinant. Adeoque Mundus hic Carteſianus abſque ejuſmodi activo principio amechanico ad quietem & interitum ſponte ſua vergit.

3. Agnoſcentibus Carteſio & Carteſianis, corpora quæ in Vortice delata in orbem redeunt, ejusdem ſunt denſitatis cum Vorticis partibus, in quibus verſantur, & eadem cum ipſis lege, quoad velocitatem & curſus determinationem moventur: in hoc ſolum differunt fluidum deferens, & corpus delatum, quod corporum a Vortice ſic delatorum partes datum inter ſe ſitum ſervent, & quod ſint partes Vorticis quaſi congelatæ & ſolidæ, nec motu inteſtino inter ſe cieri & miſceri facile poſſint, ut partes ejus fluidæ; cetera prorſus æqualia. Cum igitur Vorticis partes ea lege revolvantur, ut earum tempora periodica ſint in duplicata ratione diſtantiarum a centro per Lem. 4. Planetæ etiam circa Solem delati, & in fluida Vorticis materia, cui innatant, relative quieſcentes, eadem lege revolvuntur. Cum ergo Tellus e. g. periodum ſuam abſolvat uno anno, Saturni, (cujus diſtantia a Sole noncupla eſt diſtantiæ Terræ ab eodem Sole) periodus eſſet 90. annorum, cum tamen vix ſit 30., ſimiliter periodus Jovis eſſet 27. annorum, quæ tamen ad 12. non aſcendit: & omnes ſuperiores Planetæ periodos haberent veris majores; inferiores autem veris minores.

Si Vorticum patroni reſpondeant, Vortices non eſſe uniformiter fluidos, ut in Vortice quarti Lemmatis ſupponebatur, ſed partes Vorticem conſtituentes in receſſu a centro eſſe craſſiores, ut *Carteſius* §. 82. *Part.* 3. ponit; tum per coroll. 1. quarti Lemmatis, Planetæ a Sole remotiores erunt adhuc ſegniores, cum tamen hactenus ex hoc ſyſtemate nimis ſint ſegnes; patetque ex hac Vorticum conſtitutione Carteſiana, longius ab obſervatis recedi, quam ſi Vortices eſſent ex fluido uniformi compoſiti. Igitur cum demonſtratum ſit partes Vorticis le-

ge

ge longe alia revolvi, quam quæ in Planetis obſervatur; nempe tempora partium Vorticis periodica eſſe ut quadrata diſtantiarum a centro, ſi materia Vorticis fuerit homogenea; vel etiam ut altiores quædam dignitates diſtantiarum, ſi materia Vorticis ſit in majori diſtantia craſſior; cum interim in Planetis quadrata temporum periodicorum ſint ut cubi diſtantiarum; (hoc eſt, Planetarum tempora periodica ut diſtantiarum dignitates, quarum exponentes ſunt $\frac{3}{2}$, quæ multo humiliores ſunt, quam illæ, quæ exponuntur per 2., vel numerum binario majorem); palam eſt Planetas ab hujuſmodi Vorticibus corporeis non deferri.

4. Si Vortex in infinitum extenderetur, patet ex quarto Lemmate fluidi partem quamlibet perfectum circulum deſcribere debere, & ex Corol. 2. aberrationem a via circulari procedere a vaſe rigido, (vel quod hujus inſtar eſt), in quo Vorticis materia continetur. Vnde clare ſequitur, quo major eſt Vortex reſpectu ſemitæ ab ejus parte fluida, (vel a Planeta ſimul delato) deſcriptæ, tanto magis Planetæ ſemitam ad circulum perfectum accedere debere; hoc eſt, Planetæ Soli propioris minorem futuram excentricitatem, quam remotioris; cum tamen obſervationes Aſtronomicæ teſtentur Mercurii orbitam eſſe multo magis excentricam, quam Saturni. Rurſus quia per Corol. 2. Lemmatis quarti, Vorticis particulæ, ſimulque delati Planetæ movebuntur in lineis fere conformibus figuræ vaſis, in quo fluidum continetur, Planetarum omnium Aphelia e Sole ſpectata erunt verſus eaſdem Fixas poſita; cum tamen Planetarum Aphelia a ſe mutuo longe diſtent, ut Jovis & Terræ, circuli quadrante; Martis & Terræ, circuli triente; Martis & Veneris ſint fere oppoſita. Porro materia Vorticis more fluminis intra cancellos anguſtos coarctata per leges mechanicas velocius moveri debet, quam dum in latiore alveo libere decurrit; idque in ratione inverſa latitudinum alveorum, aut quæ harum inſtar ſunt. Sed in prin-

cipio ♍ diſtantia inter Orbes Martis & Veneris eſt ad eorundem diſtantiam in puncto oppoſito, nempe in principio ♓, fere ut 3. ad 2., adeoque Vorticis fluidum intermedium, Tellurem deferens, velocius feretur in eadem ratione in principio ♓, quam in principio ♍; utpote intra anguſtiores limites contentum; (nam fluidi Martem, & Venerem deferentis ſemitæ cancellorum, vel alvei vices gerunt); hoc eſt, Tellus e Sole viſa in principio ♓ dimidio velocius feretur, quam cum eadem e Sole in principio ♍ conſpicitur; vel Sol e Tellure viſus in principio ♍ dimidio velocius inter fixas moveri videbitur, quam in principio ♓. Contrarium tamen accidit ex obſervatione omnium omnino Aſtronomorum: & Sol in principio ♍ e Tellure viſus motu diurno conficère videtur tantum minuta prima 58., cum in principio ♓ integrum gradum pari tempore confeciſſe videatur,

5. Corpus a Vortice abreptum, & ejusdem denſitatis cum partibus Vorticis inter quas verſatur, in orbem rediens, ſi alias non impediatur, circulum deſcribit; cujus plano perpendicularis eſt axis ſphæræ centralis, qua fluidum in Vorticem circum agitur; & ſi corporis ſemita ad hoc planum inclinata ſit, paulatim minuetur iſta inclinatio, tandemque coincident. Etenim ex Lemmatis quarti demonſtratione patet quamlibet particulam fluidi Vorticem componentis hujuſmodi circulum deſcribere; quare & Planeta, qui nonniſi ab hiſce particulis defertur, inter eas relative quieſcens talem etiam deſcribet, etſi per vim aliquam exterius ingruentem hinc deflectat, paulatim minuetur inclinatio ab occurſu particularum fluidi prædictos circulos deſcribentium, & hujuſmodi circulum deſcribet ipſe, ſic tandem in Vorticis fluido relative quieſcens, & ſimul cum ipſo delatus. Verum ne vel unicus reperitur Planeta, ad cujus Orbitæ planum axis Solis normalis eſt; neque per bis mille annos, quibus obſervationes inſtituuntur, inclinatio Orbitæ alicujus Planetæ ad iſtud planum diminuta deprehenditur; neque ullæ ab hiſce

Phi-

Philoſophis Planetis aſſignantur fibræ latitudinis, quibus inclinatio hæc eadem conſervetur. Apologia autem, quam pro Planetarum excentricitate varia, varia etiam orbitarum ad ſe invicem inclinatione, varioque Apheliorum ſitu affert Carteſius §. 34. *Partis Tertiæ Princip.* (nempe hæc *: Sed ut in aliis omnibus rebus naturalibus contingere videmus, iſta tantum præterpropter talia eſſe, ac etiam labentibus ſæculis continuo mutari*) plane oſtendit illum in calculo Aſtronomico prorſus peregrinum. Quamvis enim cauſas phyſicas in ſyderum motibus locum obtinere non ſit negandum, inæqualitates tamen caſuales penituſque irregulares (quales Carteſius innuere videtur) in illis admittendas nullus his aſſuetus cenſebit.

6. Cum globuli fluidum Vorticis Solaris componentes ſint prope Solem minores, &. proinde illorum maſſa, in dato ſpatio contenta, illudque replens, minus denſa, quam in majore a Sole diſtantia; ſequitur & Planetas, qui ejusdem ſunt denſitatis cum Vorticis particulis, quibus innatant, quo propiores ſunt Soli minus eſſe ſolidos; quod & agnoſcit Carteſius §. 147. *Part. Tert. Princip.* Id tamen a vero alienum eſſe in demonſtratis modo habetur; ratum nempe eſt Planetam quemvis, quo Soli vicinior eſt, eo & ſolidiorem ſive denſiorem eſſe; hoc eſt plus materiæ ſub æquali magnitudine continere. Quod & melius congruit rationibus archetypicis, concinnitati geometricæ, & cauſis finalibus: ex quibus palam eſt collocaſſe Deum Planetas in variis diſtantiis a Sole, ut quilibet pro gradu denſitatis, calore Solis majore vel minore fruatur; & proinde denſiorem Planetam eſſe Soli etiam propiorem, cum materia omnis denſior ad operationes naturales obeundas majorem calorem requirat.

7. Tycho olim ex Cometarum motu demonſtravit Planetas in ſolidis orbibus non moveri; quia nimirum Cometæ orbes Planetarum trajiciunt. Iidem Cometæ nunc Planetas a vorticibus corporeis non deferri æque evidenter oſtendunt; quoniam Cometæ

plerumque vias valde obliquas, quandoque Zodiaci planum ad angulos rectos ſecantes, & nonnunquam curſui Planetarum directe contrarias ſequuntur, motuſque hoſce liberrimos quidem diutiſſime conſervant, univerſali huic legi obnoxii, quod radio ad Solem ducto areas deſcribant temporibus proportionales; quod prorſus impoſſibile eſſet, ſi integra Vorticis materia circa Solem ageretur vi ſufficienti ad ingentia Planetarum corpora devehenda. Neque Carteſium juvat quod Cometas ultra Saturnum relegat contra obſervationum fidem, (quas Tycho & Aſtronomi non detorſerunt, ut hypotheſibus propriis inſervirent, quod innuere vult Carteſius); cum Vorticis Solaris materia ultra Saturnum ſecundum eundem Carteſium momentum majus habeat ad illos ſecum rapiendos, quam prope Venerem & Mercurium; tum quod globuli Vorticem conſtituentes majores ſint illic, quam hic; tum præcipue quod multo celerius moveantur, quippe circuitum immenſe majorem *intra paucas hebdomadas* abſolventes, ut habet Carteſius §. 62. *Part. Tert. Princip.* Ex hiſce ergo omnibus conſtat hanc Vorticum hypotheſim cum phænomenis Aſtronomicis omnino pugnare, & non tam ad explicandos, quam perturbandos motus Cæleſtes conducere.

C A P V T XV.

De Cauſis Motuum Cæleſtium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.

§. 261. IN quærendis motuum Cæleſtium cauſis adeo pronum eſt eas ab ambiente fluido Æthere petere, ut Philoſophi Planetas conſiderarint circa Solem delatos, ſimiliter atque paleæ vel feſtucæ innatantes aquæ deferuntur ab aqua in Vorticem acta a baculo, in medio vaſis quieſcentis circa axem ſuum rotato. Sententia hæc vetuſtiſſima neglecta diu jacuit. Sed ſuperiore ſæculo a magnis Viris eſt reſuſcitata; quippe ante Carteſium, de quo

ſu-

ſupra, Torricellio & ipſi Galilæo probata.

§. 262. Tam vehementer autem placuit hæc ſententia, ut acutiſſimus Philoſophus D. Leibnitius (etiam poſt edita *Newtoni Princ. Mat. Philoſ. Nat.*) illi nomen ſuum dederit; *qui nihil aliud ſupereſſe judicat, quam ut oſtendatur quomodo Cauſæ motuum Cæleſtium a motibus Ætheris, ſive (Aſtronomice loquendo) ab orbibus deferentibus quidem, ſed fluidis oriantur*. Tam celebre inter Geometras nomen meretur certe, ut ejus *Tentamen de motuum Cæleſtium Cauſis* (quod cum orbe litterato communicavit *in actis Erudit. Lipſiæ* editis menſe Februario anni 1689.) exactiſſime conſideretur. D. Leibnitius enim, ſi quis alius Vortices motibus Cæleſtibus accomodare valet, *& legum Cæleſtium a Keplero inventarum rationes reddere. Præſertim cum aliqua in eo genere illi lux affulſerit, & inquiſitio commode admodum, & naturaliter ſucceſſiſſe ipſi perſpicaciſſimo videatur, ut inde in eam ſit erectus ſpem, veris motuum Cauſis a ſe appropinquatum eſſe*. Hujus igitur Philoſophi modum magna hæc opera explicandi paucis, & ſuis fere verbis trademus.

§. 263. Primo pro certo aſſumit Leibnitius, omnia corpora quæ in fluido lineam curvam deſcribunt, ipſoſque adeo Planetas, ab ipſius fluidi motu agi. Omnia enim curvam deſcribentia ab ea recedere conantur per rectam tangentem ex natura ejus motus; oportet igitur eſſe quod coerceat: nihil autem contiguum eſt, niſi fluidum ex hypotheſi; & nullus conatus coercetur niſi a contiguo & moto ex natura corporis; fluidum ergo ipſum in motu eſſe neceſſe eſt.

§. 264. Cum ex obſervatione exactiſſima conſtet Planetam quemlibet primarium orbitam circa Solem deſcribere, ea lege motus, ut radiis a Sole ad Planetam ductis areæ ſemper abſcindantur temporibus proportionales, conſentaneum eſt Ætherem ſeu orbem fluidum, cujuſque Planetæ circulatione circa Solem moveri, quæ dictæ motus legi congruat. Hoc vero demum fiet, ſi orbium innumerorum circularium

concentricorum exiguæ craſſitudinis, in quo orbis Planetæ fluidus cogitatione dividitur, quilibet ſuam habeat propriam circulationem, tanto velociorem proportione, quanto quiſque eſt Soli propior; hoc eſt ſi velocitates circulandi, quæ ſunt in partibus fluidi, ſint radiis ſeu diſtantiis a Sole reciproce proportionales. Vnde fit, quod ſive Planeta magis, ſive minus a Sole diſtet, ſectores æqualibus temporibus a radio vectore deſcripti æquales ſint. Nam dicti ſectores ſunt in ratione compoſita ex directa ratione radiorum ſeu diſtantiarum a Sole, & reciproca arcuum ſive circulationum; ideoque, ex hujus circulationis natura, in ratione æqualitatis. Circulationem ſupra deſcriptam, ubi velocitates circulandi ſunt diſtantiis a centro reciproce proportionales, vocat *Harmonicam*, quia poſitis diſtantiis a centro creſcentibus æquabiliter, ſeu arithmetice, circulationes decreſcunt in Harmonica progreſſione; quippe quantitatibus in progreſſione arithmetica poſitiş reciproce proportionales, quam eſſe harmonice proportionalium proprietatem vulgo notum eſt.

§. 265. Ponit itaque Vir celeberrimus Planetam moveri motu duplici, ſeu compoſito ex circulatione Harmonica orbis ſui fluidi deferentis, & motu *paracentrico* acceſſus ad Solem, & receſſus ab eodem. Facit autem circulatio ætheris, ut Planeta circuletur harmonice, non velut motu proprio, ſed quaſi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum ſequitur. Vnde nec impetum circulandi velociorem retinet, quem habuerat in orbe inferiore ſeu propiore, ſed eum elangueſcentem, dum ſuperiores, (majori velocitate quam ſuæ reſiſtentes) trajicit, continuo deponit, & ſeſe orbi ad quem accedit inſenſibiliter accomodat; & viciſſim dum a ſuperioribus ad inferiores tendit, impetum eorum accipit. Itaque non tantum in arcubus circuli, ſed & in curva alia quacunque deſcribenda, circulatio harmonica locum habet. Nam area temporis elemento deſcripta, a radiis e Sole ad Planetam in alia quavis curva motum auctis abſciſſa, comparabiliter non

dif-

differt a ſectore circuli, cujus idem eſt angulus ad centrum, & radius præcedentium alteruter.

§. 266. Alter motus cum priore motum Planetæ integrum componens, nempe *paracentricus*, duplici ex cauſa ortum ducit; nempe ex *impreſſione excuſſoria circulationis, & attractione Solari* (aut quod hujus inſtar eſt) inter ſe compoſitis. Cum enim omne Mobile a linea curva, quam deſcribit, recedere conatur per tangentem; per hunc motum ſolum Planeta a Vortice harmonice circulato delatus a Sole recedet. Et ejus conatus centrifugi ab Auctore oſtenduntur eſſe in ratione radiorum reciproca triplicata. Altera motus Planetæ paracentrici pars componens eſt attractio Solaris, ſive, quæ hujus vices gerit, Planetæ gravitas: & licet hanc vim attractionem vocet, eam ab impulſu fluidi ambientis derivari, ſicut & ipſas actiones magneticas, nullus dubitat.

§. 267. Porro quoniam ex obſervatione conſtat quemlibet Planetam primarium orbitam deſcribere ellipticam, in cujus altero focorum eſt Sol, itaut radiis e Sole ad Planetam ductis areæ ſemper abſcindantur temporibus proportionales; nulla autem eſt in Vortice circulationis lex, quæ ultimam conditionem adimpleat, præter harmonicam. Reliquum eſt, ut quæratur Gravitatis lex, quæ juncta cum conatu centrifugo mobilis harmonice circulantis, motum faciat paracentricum; qui una cum circulatione harmonica mobile in perimetro Ellipſis movere facit, quam (poſt præmiſſum Lemma rationem circulationis in coni Sectione ad velocitatem paracentricam oſtendens) definit, Theorema ſequens demonſtrando: *Si Mobile, quod gravitatem habet, feratur in Ellipſi, aut alia coni ſectione, circulatione harmonica, ſitque in foco Ellipſeos centrum tam attractionis, quam circulationis; erunt attractiones ſeu gravitatis ſollicitationes, ut quadrata circulationum directe, ſeu ut quadrata radiorum, ſive diſtantiarum a foco reciproce*. Invenit igitur ineſſe Planetis Gravitatem ad Solis centrum tendentem, cujus ea eſt Lex, ut ſit quadrato diſtantiæ a foco reciproce proportionalis.

Hanc

Hanc porro legem antea notam fuiſſe D. Newtono ultro agnoſcit, quippe cujus *Principia Philoſophiæ* antea edita fuerant, & in hiſce Actis relata.

§. 268. Poſt ſubnexa Corollaria quædam ex primario ſuo Theoremate pulchre conſequentia, finem *Tentamini* huic Phyſico-Aſtronomico imponit, duo agnoſcens in hoc argumento potiſſimum præſtanda ipſi ſupereſſe. Vnum, ut explicat quis motus Ætheris Planetas graves faciat, ſeu verſus Solem pellat, & quidem in duplicata reciproca ratione diſtantiarum, ſive (ut ipſe loquitur) in duplicata ratione viciniarum. Deinde, quæ ſit cauſa comparationis motuum inter diverſos Planetas Syſtematis ejuſdem, itaut tempora periodica ſint in ſeſquiplicata ratione mediarum diſtantiarum. Cumque (ſecundum Auctorem) horum utrumque pendere neceſſe ſit a contiguis corporibus, quæ omnia Ætheris nomine indigitat, duo hæc eo collimant, ut diſtinctus explicetur motus Vorticis, ſeu Ætheris Syſtema unumquodque conſtituentis. Sed cum hæc altius repetenda ſint, & propterea brevitati ſchediaſmatis includi non poſſint, quid illi conſentaneum viſum ſit, rectius ſeparatim exponendum ait.

§. 269. Sed contra modo deſcriptum Celeberrimi Leibnitii *Tentamen de Cauſis motuum Cæleſtium* faciunt quædam ex ſuperius adductis, capite antecedenti, rationibus contra Vortices corporeos Planetas deferentes; nempe quod Cometarum quorumdam viæ ſint ad Zodiacum valde obliquæ, quandoque hujus planum ad angulos rectos ſecent, imo nonnunquam curſui Planetarum directe contrariæ. Cumque Cometæ, dum a nobis obſervantur, areas circa Solem deſcribant temporibus proportionales, pari jure Verticem harmonice circulantem ponere oporteret, cuivis Cometæ æque ac Planetæ circumvehendo neceſſarium; hoc eſt, Verticem Vortici contrarium.

§. 270. Conſiderando quidem unicum Planetam circa Solem, vel aliud quodvis centrum, rotatum, ſi hic per Verticem deferendus ſit, nullo proprio

motu

motu agitatus, ſed quaſi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum ſequitur, uti Auctor ſupponit; oportet Vorticem harmonice circulari, ut areæ per radios a Planeta ad Solem ductos abſciſſæ ſint proportionales temporibus. Alia nulla Vorticis conſtitutio rationem inter areas efficiet eandem quam inter tempora. Vnde ſi Auctoris Vortex Planetarum motibus non ſatisfaciat, certe alius nullus obtinebit. Atque hoc ſemel poſito, reliqua, quæ per Geometriam inde deducit Auctor, optime procedunt, ut illi ſolent. Quibus ego addo hujuſmodi Vorticem (cujus nempe fluidum in plano per centrum, cui axis eſt normalis, harmonice circuletur) mechanice producendum, ſi ſphæra ſolida in fluido uniformi, & infinito, circa axem poſitione datum, uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulſu ſolo agatur fluidum in orbem, & hujus pars unaquæque perſeveret uniformiter in motu ſuo. Atque hoc tantum Auctori reſtabat circa motum Vorticis Solaris, ſeu Ætheris explicandum; nempe quomodo in circulationem harmonicam impelli & incitari poſſit. Nam quoniam univerſaliter tempora percurrendi ſunt ut ſpatia percurſa directe, & velocitates inverſe; & in motu circulari ſpatia una revolutione percurſa ſunt ut radii, & in circulatione harmonica velocitates ſive circulationes reciproce ut radii; patet tempora periodica partium Vorticis harmonice circulantis eſſe in duplicata ratione radiorum. Atqui hanc eandem eſſe proprietatem circulationis in plano per centrum, cui axis eſt normalis in Vortice, per ſphæram centralem ad motum incitato, demonſtratum eſt Lemmate quarto præcedentis Capitis.

Verum ſi duorum aut plurium Planetarum motus inter ſe comparentur, apparebit materiam fluidam Vorticis Solaris non moveri circulatione harmonica. Nam hactenus demonſtravimus tempora periodica partium fluidi harmonice circulantium (& conſequenter etiam corporum, quæ tranquilla natatione in fluido deferuntur) eſſe in duplicata ratione

ra-

radiorum. Verum tempora periodica Planetarum non ſunt in duplicata, ſed tantum in ſeſquiplicata ratione diſtantiarum a centro: igitur Planetæ diverſi non moventur circulatione harmonica.

§. 271. Dicet procul dubio Auctor ſe non ponere totum fluidum Vorticis Solaris moveri circulatione harmonica continua, & nullibi interrupta a Mercurio uſque ad Saturnum incluſive; ſed fluidum deferens Mercurium moveri circulatione harmonica a perihelio uſque ad aphelium, deinde interrupta hac harmonia rurſus circulari harmonice a Veneris perihelio uſque ad ejus aphelium, ſed non continuata harmonia cum priore circulatione prope Mercurium: hoc eſt, itaut circulatio fluidi deferentis Venerem ſit ad circulationem fluidi deferentis Mercurium, ut diſtantia Mercurii a Sole ad diſtantiam Veneris ab eodem; atque rurſus (interrupta priore harmonia) fluidum Terram deferens moveri harmonice quidem a Terræ perihelio ad aphelium, ſi ſolitaria ſpectetur hæc harmonia, & non comparetur cum harmonia fluidi ad Venerem, vel Mercurium; atque ita in reliquis deinceps Planetis: hoc eſt, per craſſitiem cujuſvis orbis harmoniam obtinere particularem a ceteris ſeparatam, & disjunctam; ſimiliterque in Jovis & Saturni Satellitibus aſcendendo a Jovis, & Saturni centro. Fatendum tamen eſt Auctorem circulationem ſuam harmonicam etiam ad diverſos Planetas extendere videri §. 17. ubi ait: *in diſtantia dupla tantum quarta pars anguli e Sole ſpectati eodem temporis Elemento abſolvitur, in tripla tantum nona*: nam certe hi numeri in eodem Planeta locum non habent. Quod ſi (quod maxime oporteret) de interrupta harmonia partium fluidi circulantium expreſſe loquatur, ægre Philoſophis perſuadebit rem ita ſe habere; quod nempe per craſſitiem orbis Mercurii a perihelio ad aphelium circulatio fit harmonica, ſive fluidi velocitates, ut diſtantiæ a centro reciproce: comparando vero circulationem hanc cum circulatione ætheris ad alterum quemvis Planetam, illa ſit ad hanc in reciproca ſubduplicata ra-

ratione radiorum : nam independenter ab omni cauſa phyſica demonſtratum eſt Propoſ. XXVII. , & XXVIII. (*ſcil. lib.* 1. *Aſtron. Phyſ. Geom. Davidis Gregori*) Planetarum celeritates eſſe reciproce in ſubduplicata ratione diſtantiarum a Sole . Monſtroſus certe futurus eſt Solis Vortex , & hi fluidi orbes deferentes deferentibus ſolidis abſurdiores , ſi per craſſitiem cuiuſvis e ſex deferentibus orbibus harmonica circulatio locum habeat , & harmonia interim hæc quinquies interrumpatur ; nempe ad interſtitia deferentium . Et contra hanc interruptionem facit , quod Cometa per Zodiacum in conſequentia delatus , & interſtitia hæc orbium Planetas deferentium trajiciens ita moveatur , ac ſi deferretur ab æthere harmonice circulante ; id eſt , ita ut areæ a radio vectore deſcriptæ ſint temporibus proportionales . Advertatur porro quam diſformiter diſformis eſſet Solaris Vortex , in quo orbis Saturni craſſities, ubi circulatio ætheris harmonica obtinet, major eſt quam diſtantia Mercurii a Venere , vel Veneris a Terra , vel etiam Terræ a Marte , in quorum ſingulis interrumpitur harmonia ; & ubi , depoſita ratione radiorum reciproca , quam in harmonia ſervant, circulationes in horum binis quibuſvis inter ſe comparatis, ſunt in ſubduplicata ratione radiorum reciproca , mox reſumpturæ priorem harmoniam . Videtur ipſum Celeberrimum Auctorem hanc Vorticis harmonice circulantis labem detexiſſe cum *illud ſupereſſe* agnoſcat , *ut explicet , qua ſit cauſa comparationis motuum inter diverſos Planetas ſyſtematis ejusdem , ita ut tempora periodica ſint in ſexquiplicata ratione mediarum diſtantiarum* ; iſtud enim non eſſe circulationis harmonicæ effectum ſatis perſpexit .

§. 272. Mirum fortaſſe videbitur Celeberrimum Leibnitium , qui ex cauſis primo obtutu tam diverſis a prius ſtabilitis, Planetarum motus deduxit , in eandem tamen incidiſſe legem Gravitatis , qua quiſque in Orbita Ecliptica retinetur . Iſtius coincidentiæ hæc eſt ratio . Licet Leibnitius ad Planetam

cir-

circumducendum adhibeat materiam Vorticis harmonice circulantem, quia tamen in Planeta ſic circumducto; & curvam quamvis deſcribente agnoſcit conatum excuſſorium, quo fieret ut Planeta in recta tangente curvam moveretur, niſi coerceretur; idem facit ac ſi Planetam æquabiliter in recta moveri ſtatuiſſet, niſi coerceretur: nam hi duo motus ſimul iſtud efficiunt; id eſt, idem ac ſi nulla externa vi agitatus in ſpatiis liberis feratur. In utroque enim caſu lineam rectam motu æquabili deſcribet: nam mobile lineam rectam æquabili motu deſcribens, illam ita percurrit (per Propoſ. 1. Elem. 7.) ut areæ per radios ad quodvis datum punctum ductos abſciſſæ ſint temporibus proportionales. Cum ergo circulatio harmonica, & conatus excuſſorius ſimul eadem præſtent, atque motus æquabilis in recta, fieri non potuit, quin inveniret legem Gravitatis eandem cum prius inventa; nempe quæ Planetam ab eadem tangente recta, quam eodem modo percurreret, ad eandem Sectionem coni detrudat verſus Solem eodem modo poſitum.

CAP. XVI.

Totius Syſtematis Planetarii Explicatio Phyſica ſecundum Cl. Iſaaci Newtoni principia.

§. 273. IN Parte prima hujus Libri motus corporum in Syſtemate Planetario expoſuimus, quomodo hi ex veris Legibus Naturæ ſequantur, explicandum eſt; id eſt, quomodo, corporibus his ſemel motis, in motibus quos obſervamus, perſeverent.

§. 274. Concipiamus Solem & Mercurium: hi ſi ſibi permittantur, ad ſe mutuo accedunt: ſi autem projiciantur, poterunt circa commune Gravitatis Centrum æqualibus temporibus revolvi, & Ellipticas Lineas immobiles deſcribere, & in illo motu perſeverare; conſtat enim mathematica demonſtratione

tione

tione in hoc caſu corpora circa commune centrum gravitatis deſcribere Ellipſes ſimiles illi, quam unum circa alterum quieſcens, iisdem viribus poſſet deſcribere, & motus hoſce æqualibus temporibus abſolvi: centrum hoc gravitatis propter magnitudinem Solis, vix ab ipſo Solis centro diſtat.

§. 275. Concipiamus ulterius ad majorem a Sole diſtantiam Venerem projici, turbabit hic paululum Mercurii motum; qui etiam, actione ſua in Venerem, hunc paululum a via deflectet, & ambo Solem, nunc eandem partem verſus, nunc ad partes diverſas, trahent; ſed nunquam ita ad ſe invicem accedunt, ut mutua actio ſenſibilis ſit reſpectu actionis, qua Sol hæc corpora ad ſe trahit; quare omnes hæ irregularitates inſenſibiles ſunt, ut poſtea diſtinctius videbimus. Vnde concludimus hæc tria corpora tendere ad punctum in vicinia Solis inter hæc corpora; quod ergo parum admodum diſtat a communi centro gravitatis omnium.

§. 276. Si ſucceſſive Tellus, Mars, & reliqui Planetæ, ad diſtantias diverſas a Sole, projiciantur, idem ratiocinium locum habebit. Vnde ſequitur, omnes Planetas revolvi circa omnium corporum Syſtema componentium, commune centrum gravitatis, quod parum a Sole diſtat: & Planetas ſeſe mutuo ſenſibiliter in motibus non turbare: ſingulosque lineas deſcribere, quas circa Solem deſcriberent, ſi quiſque ſolus cum Sole in Syſtemate planetario exiſteret, id eſt, Ellipſes immobiles: nam has ex vi gravitatis deſcribi conſtat, nullaſque alias lineas excentricas immobiles, a circulo parum differentes, ex vi centrali ad diſtantias æquales æqualiter agente, deſcribi poſſe notum eſt.

§. 277. Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in vicinia Solis tendere, ſi conſideremus quantitatem materiæ in Sole millies, & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longe maximo, ſuperare.

§. 278. Dum Planetæ omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen agitant, & di-

& diverſe trahunt, pro vario illorum ſitu inter ſe, unde motus exiguus in Sole oritur, qui ſemper pendet a motu jam acquiſito, & mutatione in hoc ex actione memorata, quæ omnibus momentis mutatur.

§. 279. Hujus vero Solis agitationis effectus eſt, Planetas ſeſe mutuo minus in motibus Ellipticis circa Solem turbare, quam ſi Sol in medio Syſtematis quieſceret. Juppiter, ex. gr., ſi æqualiter a Mercurio & Sole diſtet, æquali celeritate ad ſe trahet hæc duo corpora; unde ſitus reſpectu Solis minus turbatur, quam ſi Sol hoc Motu non agitaretur, & Mercurius ſolus ad Jovem tenderet: pro variis Mercurii & Solis a Jove diſtantiis, unus aut alter magis attrahitur, & ſemper in ſitu reſpectivo minor mutatio datur, dum ambo eandem partem verſus feruntur, quam ſi, Sole quieſcente, Mercurius ſolus Jovem verſus moveretur.

Ratiocinium hoc ad omnes Planetarum magis a Sole diſtantium actiones, in minus diſtantes, applicari poteſt. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario ſitu ad Solem trahunt Planetam, aut hunc a Sole ſeparant, & integram conſiderando revolutionem reſpectivam, id eſt, motum a conjunctione ad conjunctionem ſequentem, turbatio minor eſt, quam ſi Sol immobilis ſtaret.

§. 280. Magnitudo Solis cum ceteris corporibus Syſtematis noſtri collati, in cauſa eſt, ut ex ante demonſtratis patet, parum Planetas ſeſe mutuo turbare; cum tamen non infinita ſit hæc magnitudo, non ſemper actiones mutuæ omnino contemnendæ ſunt; ideo non inutile erit quasdam de his computatione inire.

§. 281. Diximus obſervationibus Aſtronomicis conſtare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic eſt proximus; quare hæc turbatio præ ceteris ſenſibilis ſit, ex lege gravitatis deducitur.

§. 282. Actiones Jovis in Saturnum, quando huic eſt proximus, & Solis in eundem Planetam, qua hic in Orbita retinetur, ſunt inter ſe directe ut quantitates Materiæ in Jove & Sole, nempe ut

9.,

9., 305., ad 10000., & inverſe ut quadrata diſtantiarum Jovis & Solis a Saturno, id eſt directe ut quadrata numerorum 954., 434.; nam diſtantiæ Saturni & Jovis a Sole ſunt ut 954. ad 520.; quare, ubi Juppiter Saturno eſt proximus, diſtantiæ hujus a Jove & Sole ſunt in dicta ratione. Ratio compoſita ex memoratis duabus eſt 45. ad 10000., aut 1. ad 222.; hæc Jovis actio cum Saturni gravitate in Solem conſpirat; & ideo hanc parte $\frac{1}{222}$ auget: unde non mirum turbationem ſenſibilem eſſe.

§. 283. Non conſideramus hic vim, qua Jupiter Solem trahit; nam hac orbita Saturni non mutatur, & explicandum erat quare Saturni motum mutatum obſervent Aſtronomi; actione tamen Jovis in Solem magis ad Saturnum trahitur Sol, & ſitus reſpectivus horum corporum magis turbatur, quam obſervationibus Aſtronomicis detegitur. Vis qua Juppiter in ſitu memorato trahit Solem, & qua ideo hic Saturnum verſus trahitur, eſt ad vim, qua Juppiter Saturnum trahit, ut quadratum numeri 434. ad 520. quadr., id eſt, ut 31. ad 45., qui ultimus numerus exprimit vim, qua Saturnus ad Jovem tendit, quando gravitas Saturni in Solem exprimitur per 10000.. Si colligamus in unam ſummam vires Jovis, quibus Saturnum & Solem trahit; erit vis, qua ex interpoſito Jove hæc corpora ad ſe mutuo tendunt, ad gravitatem Saturni in Solem, ut 76. ad 10000.; ſed gravitas hæc eſt ad gravitatem Solis in Saturnum, ut 10000. ad 3., 25.; quare acceſſus mutuus Solis & Saturni eſt ad augmentum hujus acceſſus ex actione Jovis interpoſiti, ut 10003. ad 75., aut, ut 131. ad 1.. Hæc notabilis eſt, & omnium longe maxima turbatio in motu Planetæ primarii cujuſcunque, hæc etiam in unico tantum caſu locum habet; nam recedente Jove a Saturno, brevi inſenſibilis eſt turbatio motus Saturni.

§. 284. In eodem ſitu Jovis Saturno proximi, hujus vis, licet in hoc caſu ſit omnium maxima,

non æque ſenſibilis eſt ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum eſt ad illius actionem, qua Solem trahit, ut 954. quadr. ad 434. quadr.; celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem verſus trahantur, differentia harum virium eſt vis, cum qua ex Saturni actione, Jupiter & Sol a ſe mutuo ſeparantur; quæ ideo eſt ad gravitatem Solis in Saturnum, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id eſt, proxime ut 72. ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum eſt ad gravitatem Jovis in Solem, ut 3., 25. ad 10000., & ut 520. quadr. ad 954. quadr., id eſt, ut 19. ad 19509.; eſt idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem, ut 72. ad 19509., aut ut 1. ad 2703.; ita ex actione maxima Saturni, parte tantum $\frac{1}{2703}$ minuitur Gravitas Jovis in Solem, quæ turbatio inſenſibilis eſt.

§. 285. Reliquæ Planetarum mutuæ perturbationes ſunt multo minores, ut patebit determinando illam, quæ omnium harum reliquarum maxima eſt, Jovis in Martem, quæ computatione ſimili præcedenti detegitur.

§. 286. Diſtantiæ Jovis a Marte & Sole, quando Mars inter hunc & Jovem in eadem linea datur, ſunt ut 3677. ad 5201.; quare vires, cum quibus Jupiter hæc corpora trahit, ſunt inverſe ut horum numerorum quadrata, id eſt, proxime ut 2. ad 1., quarum virium differentia æqualis eſt ultimæ, id eſt, gravitati Solis in Jovem. Gravitas hæc Solis in Jovem, eſt ad gravitatem Martis in Solem, ut 9., 305. ad 10000., & inverſe ut quadrata diſtantiarum horum Planetarum a Sole, & eſt hæc ratio compoſita 1. ad 12512.; in qua ergo ratione eſt vis perturbans Jovis ad gravitatem Martis in Solem. Quare Martis gravitas in Solem parte tantum $\frac{1}{12512}$ actione Jovis illi proximi minuitur.

§. 287. Quantumvis perturbationes hæ ex actione

ne Planetarum in ſe mutuo ſint exiguæ, & licet quæ in ſitu Planetarum diverſo locum habent, quodammodo ſeſe mutuo compenſent, hiſce tamen paululum mutatur ratio, juxta quam decreſcit vis, quæ Planetas in Orbitis retinet, ita ut non exacte minuatur in ratione inverſa quadrati diſtantiæ; idcirco, licet ſenſibiliter quieſcant Orbitæ, poſt multas revolutiones ſitus harum Orbitarum paululo mutatus obſervatur.

§. 288. Ex hiſce omnibus ſequitur Planetas in principio ad diſtantias, ad quas a Sole moventur, ſemel projectos, in motibus, legibus ante expoſitis, perſeverare; excentricitatemque Orbitarum pendere a celeritate, & directione primæ projectionis. Motus autem hi diutiſſime conſervari poſſunt propter Materiæ cæleſtis exiguam reſiſtentiam.

§. 289. Patet etiam, quare lineis ad centrum Solis ductis deſcribant areas temporibus proportionales; quia nempe ceteræ gravitates in Syſtemate exiguæ ſunt, reſpectu gravitatis Solem verſus; ideoque hac ſola in Orbitis retinentur Planetæ, unde hæc arearum proportio ſequitur.

§. 290. Motus etiam in lineis Ellipticis lentiſſime translatis ex lege gravitasis ſequitur; hæ enim immobiles eſſent, ſi in Solem tantum gràves eſſent Planetæ, & ex actione mutua Planetarum lenta orbium agitatio deducitur.

§. 291. Quod autem ſpectat proportionem, quæ inter cubos diſtantiarum & temporum periodicorum quadrata obſervatur, ſequitur hæc quoque ex gravitatis lege; ita ut ſi hiſce addamus, quæ de deflexione Saturni diximus, nihil explicandum ſuperſit circa motum Planetarum primariorum.

§. 292. Cometarum motus a lege gravitatis pendere, etiam ex Obſervationibus deducitur, & horum reſpectu, ut circa Planetas dictum, Solis gravitas prævalet, & hac gravitate a via recta deflectuntur: viæ autem curvaturam ab hac eadem gravitate etiam pendere ex eo ſequitur, quod corpus ex hac gravitate deſcribat aut Ellipſin, aut Parabolam, aut

Hyperbolam; quales lineas deſcripſiſſe hos Cometas conſtat, quorum Trajectoriæ fuere determinatæ.

§. 293. Satellites Jovis & Saturni circa Primarios iisdem legibus moventur, quibus Primarii circa Solem rotantur; quare motuum horum explicatio ad illos etiam referri poteſt; nam in tribus hiſce caſibus circa Solem, Jovem & Saturnum, dantur corpora minora, ad varias diſtantias, circa corpus multo majus revoluta.

§. 294. Dum Secundarii circa Primarium rotantur, omnes motu communi moveri poſſe clarum eſt; quo non turbantur motus reſpectivi, quibus inter ſe agitantur, quia diverſis impreſſionibus corpus eodem tempore ferri poteſt; motus Primario cum Satellitibus ſuis communis eſt motus Primarii circa Solem.

§. 195. Turbantur tamen Secundariorum motus ex Solis actione, quem verſus pro vario ſitu nunc Primario celerius, nunc tardius, feruntur; plerumque etiam per directiones diverſas in centro Solis concurrentes; hæ irregularitates, quæ exiguæ ſunt, in Satellitibus Saturni & Jovis obſervari non poſſunt, licet revera ſimiles ſint illis, quæ in motu Lunæ obſervantur: minima hujus deviatio nobis admodum eſt ſenſibilis; exactiſſime autem Lunæ irregularitates ex Theoria gravitatis ſequi, in Capite ſequenti patebit.

CA-

CAPVT XVII.

Motus Lunæ Explicatio Phyſica.

§. 296. Lunam & Tellurem ſemel proiectas, circa commune gravitatis centrum in motu perſeverare poſſe conſtat, ſi impreſſione communi quacunque ferantur per lineas rectas parallelas inter ſe, ut de Satellitibus Jovis & Saturni dictum; motus hic non turbabit motum circa centrum commune gravitatis, quod ſolum directionem hanc ſequetur; quia reſpectu amborum corporum quieſcit. Corpora vero motu compoſito ex hac impreſſione, & motu circa commune gravitatis centrum feruntur; id eſt, circa hoc translatum gyrantur, ut circa idem quieſcens ante hujus motum. Si omnibus momentis novæ impreſſiones communes ambobus corporibus in hæc agant, poterit omnibus momentis mutari via centri gravitatis, quæ mutatio ſimilis erit illi, quam ſubirent corpora ipſa, ſi motu reſpectivo carerent.

§. 297. Ex hiſce deducimus, ſi dum Luna & Tellus circa commune centrum gravitatis in gyrum moventur, ambæ projiciantur, viam centri gravitatis ex actione Solis in utrumque corpus agentis illam eſſe, quam corpus eodem modo projectum circa Solem deſcribere poſſet.

§. 298. Unde ſequitur Lunam motum Telluris turbare, & centrum commune gravitatis horum corporum deſcribere orbitam circa Solem, quam huc uſque a Tellure ipſa deſcriptam diximus, quia ad actionem Lunæ huc uſque non attendimus; Tellus autem deſcribit curvam irregularem.

§. 299. Poſito Sole in S; ſit in F centrum commune gravitatis Lunæ Q, & Telluris M in Plenilunio: poſt integram Lunationem, id eſt, iterum in Plenilunio ſit hocce centrum in A; & ſit F D A Tab. 3. Fig. 13.

Orbita, quam Telluris vocamus, & in qua memoratum centrum gravitatis revera movetur.

§. 300. Sit Lunatio hæc diviſa in quatuor partes æquales; poſt primam centrum gravitatis erit in E, Luna in P, Tellus in L; poſt præterlapſam ſecundam temporis partem in Novilunio centrum gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I; in Quadratura ſequenti centrum gravitatis erit in B, Luna in O, Tellus in H; tandem in Plenilunio, poſito centro gravitatis in A, Luna erit in N, Tellus in G: quæ omnia ſequuntur ex revolutione Telluris & Lunæ circa commune centrum gravitatis, dum hoc in orbita circa Solem movetur.

§. 301. Videmus ergo Tellurem moveri in curva M L I H G, quæ in ſingulis Lunationibus bis inflectitur; quæ curva etiam in ſe non redit, quia inflexiones in variis revolutionibus circa Solem non coincidunt: quia duodecim Lunationes cum tertia parte circiter ſingulis annis abſolvuntur.

§. 302. Irregularitas hæc motus Telluris, quæ ex Legibus Naturæ deducitur, nimium eſt exigua, ut in obſervationibus Aſtronomicis ſenſibilis ſit, aut ullo modo percipiatur; quare ſine errore ponimus centrum ipſum Telluris orbitam F D A percurrere; nam M F, aut D I, diſtantia maxima Telluris ab hac orbita, eſt circiter pars quadrageſima diſtantiæ M Q, quæ ipſa non eſt trecenteſima pars diſtantiæ F S.

§. 303. Etiam in explicandis, quæ Lunam ſpectant, negligimus conſiderationem motus Telluris circa ſæpius memoratum centrum gravitatis; ſed ponimus illam revolvi ad diſtantiam a centro Telluris 60. Semid.; quia, ut antea vidimus, ad hanc diſtantiam, in ſuo tempore periodico, revolvi poſſet circa Tellurem quieſcentem, aut translatam in orbita, in qua ex Lunæ actione non turbaretur. Multo facilius hac methodo Lunæ irregularitates deteguntur, quæ eædem ſunt, ut facile patet, ſive Luna circa commune centrum gravitatis Lunæ & Tel-

& Telluris, ſive circa ipſum Telluris centrum, rotetur.

§. 304. Sit Sol S, Tellus in T, Lunæ Orbita A *i* B *l*; tandem detur Luna in A in Quadratura; per A S Solem verſus tendit, eodem modo, & eadem celeritate, qua Tellus verſus S per T S fertur; quia diſtantiæ A S & T S ſunt æquales: repræſentetur celeritas hæc T S aut A S, poterit actio, qua Luna conatur deſcendere per A S, reſolvi in duas, formato Parallelogrammo A D S T; ita ut Luna conetur moveri per A D & A T, celeritatibus, quæ hiſce lineis repræſentantur. Tab. 3. Fig. 14.

§. 305. Preſſione per A D agenti Luna eadem celeritate, & eandem partem verſus cum Tellure fertur; propter lineas parallelas & æquales T S & A D; quare ex hoc motu relatio inter Lunam & Tellurem non mutatur; preſſio autem per A T cum gravitate Lunæ in Tellurem conſpirat, & augetur gravitas hæc ex actione Solis, quando Luna in Quadraturis verſatur: eſtque augmentum ad Telluris gravitatem in Solem, ut A T Lunæ diſtantia a Tellure, ad T S Telluris diſtantiam a Sole; preſſiones autem per A T & T S hiſce ipſis lineis repræſentari ex eo facile liquet, quod gravitates ſint preſſiones, quæ in corpora mota, ut in quieſcentia agunt, quæque ideo ſingulis momentis generant augmenta velocitatum in ratione ipſarum gravitatum; in qua eadem ratione ſunt ergo velocitates eodem tempore genitæ.

§. 306. Manente T S Telluris diſtantia a Sole, creſcit & minuitur augmentum memoratum gravitatis in ratione lineæ A T, id eſt, diſtantiæ Lunæ a Tellure.

§. 307. Manente autem hac Lunæ diſtantia a Tellure A T, ſi augeatur T S, minor erit A T reſpectu T S; ideo licet non mutaretur vis, qua Tellus & Luna Solem verſus cadunt, augmentum, de quo agimus, minus eſſet, & eo minus, quo major eſt T S, quia hæc licet aucta, eandem ta-

men quantitatem repræſentaret; ideo augmentum erit inverſe ut T S; vis autem gravitatis non manet, quando T S augetur, ſed minuitur; quare & hac de cauſa minuitur augmentum memoratum, & quidem in eadem ratione cum hac vi gravitatis; ideoque in ratione inverſa quadrati diſtantiæ T S; ſi hæc diminutio cum alia memorata conjungatur, videmus augmentum, de quo agimus, ſequi rationem inverſam cubi diſtantiæ Telluris a Sole.

§. 308. Manente Telluris a Sole diſtantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in quadraturis decreſcit, quam pro ratione inverſa quadrati diſtantiæ a Telluris centro; nam ſi augmentum in hoc caſu ſequeretur inverſam hanc rationem quadrati diſtantiæ, quam ſequitur gravitas ex Telluris actione, non turbaretur hæc ratio: augmentum vero creſcit, dum gravitas ipſa minuitur; quare augmentum, quando diſtantia augetur, ſemper majus eſt, quam requiritur, ideoque diminutio gravitatis minor.

§. 309. Augmentum hoc computatione determinatur in mediis Lunæ a Tellure & hujus a Sole diſtantiis: ſint A T & T S hæ diſtantiæ mediæ; eſt augmentum quæſitum ad gravitatem Telluris in Solem, ut A T ad T S; eſt etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem, (quia corpora hæc hiſce gravitatibus in Orbitis retinentur) directe ut T S ad T A, & inverſe ut quadratum temporis periodici Telluris circa Solem ad tempus Lunæ circa Tellurem: eſt idcirco augmentum quæſitum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione compoſita ex hiſce rationibus: id eſt, in ratione memorata inverſa quadratorum temporum periodicorum Telluris & Lunæ, ceteris rationibus ſeſe mutuo deſtruentibus. Tempora hæc dantur, & ſunt inverſe horum quadrata ut 1. ad 178., 73.

§. 310. Sit nunc Luna in *i*, in quo ſitu Sol Lunam & Tellurem per eandem lineam ad ſe tra-

trahit, ſed non æqualiter; Lunam majori cum vi, quia minus ab illo diſtat: differentia harum Virium eſt vis, qua Luna a Tellure retrahitur, & qua gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

§. 311. Vires quibus Luna in *i*, & Tellus in T, Solem verſus tendunt, ſunt inter ſe ut quadrata linearum S T & S *i*, & differentia virium, id eſt vis turbans, eſt ad vim, qua Tellus Solem verſus deſcendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum lineæ *i* S, id eſt, quam proxime, ut dupla *i* T ad *i* S aut T S; nam hæ Lineæ parum admodum inter ſe differunt; & differentia quadratorum, quorum radices parum inter ſe differunt, eſt, ſervata proportione, dupla illius, quæ inter radices datur.

§. 312. Si ergo T S, ut antea, repræſentet vim, qua Tellus Solem verſus deſcendit, *i l* repræſentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in Quadraturis vis turbans per A T repræſentatur.

§. 313. Detur Luna in *l*; iterum cum Tellure, per eandem lineam a Sole attrahitur; ſed quia Tellus minus diſtat, celerius hæc Solem verſus movetur; ita ut detur vis, quæ Tellurem a Luna ſeparat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrarie agit, & hanc minuit; eodem modo, ut ex majori gravitate Lunæ in Solem, poſita illa in *i*, demonſtratum fuit. In *l* etiam vis ſeparans a vi ſeparante in *i* vix differt; hæc enim, ut vidimus, proportionalis eſt differentiæ quadratorum linearum T S & *i* S, & illa, ut ſimili demonſtratione evincitur, differentiæ quadratorum linearum *l* S & T S; quæ differentiæ, propter exiguam *i l* reſpectu T S, vix inter ſe differunt, ita ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in *l*, etiam repræſentetur per *i l*.

§. 314. Major tamen paululum eſt vis perturbans in conjunctione in *i*, quam in oppoſitione in *l*; nam

l; nam, poſitis differentiis æqualibus inter radices, quadrata, ſervata proportione, eo magis differunt quo minora ſunt: & ſic ſervata proportione magis differunt vires in *i* & T, quam in T & *l*, quæ etiam minores ſunt.

§. 315. Concludimus ex his, vim, quæ in Syzygiis gravitatem Lunæ minuit, duplam eſſe illius, quæ hanc auget in Quadraturis; nempe ut *i l* ad A T. Quare in Syzygiis Lunæ gravitas ex actione Solis minuitur parte, quæ eſt ad totam gravitatem, ut 1. ad 89., 36; nam in Quadraturis augmentum gravitatis eſt ad ipſam, ut 1. ad 178., 72.

§. 316. In Syzygiis vis perturbans ſequitur eandem proportionem cum ſemiſſe hujus, id eſt, cum vi perturbante in Quadraturis; eſt ergo directe ut diſtantia Lunæ a Tellure, & inverſe ut cubus diſtantiæ Telluris a Sole.

§. 317. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in receſſu illius ab hujus centro, magis minuitur, quam juxta rationem inverſam quadrati diſtantiæ ab hoc centro; in hac enim ratione minueretur, ſi vis ablatitia perturbans illam inverſam ſequeretur rationem; cum autem hæc contra creſcat, quando diſtantia augetur, ſemper diminutio major eſt, quam juxta rationem inverſam quadrati diſtantiæ.

§. 318. Tandem ſit Luna in F, loco quocunque intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem verſus trahitur per F S; a quo cum minus diſtet, quam Tellus T, majori cum vi quam Tellus trahitur. Sit vis, qua Luna ad Solem tendit, ad vim, qua Tellus ad eundem fertur, ut F M ad T S, quæ etiam in præcedentibus eandem Telluris gravitatem deſignat. Formetur parallelogrammum F H M I, cujus diagonalis ſit F M, & cujus latus F H ſit parallelum, & æquale lineæ T S. Gravitas Lunæ Solem verſus reſolvitur in duas vires, unam per F H, alteram per F I; & hæ lineæ deſignant preſſiones, quibus Luna per ipſas moveri conatur. Actio per F H communis eſt Lunæ & Telluri, quæ æquali

vi

vi per lineam huic parallelam etiam ad Solem tendit; ita ut hoc motu, Lunæ hujus ſitus reſpectu Telluris non mutetur, & vis perturbans ſit ſola preſſio per F I.

Propter immenſam Solis diſtantiam, pars M S lineæ M F exigua eſt reſpectu totius; & angulus F S T, ubi maximus eſt, ut A S T, vix ſextam unius gradus partem ſuperat: unde ſequitur lineas M I & S N admodum eſſe vicinas, punctaque I & N vix diſtare, & ſine errore ſenſibili poſſe confundi; qui tamen error quantumvis ſit contemnendus, in conſideratione integræ revolutionis compenſatur errore contrario, poſita Luna in E. Vis ergo perturbans deſignatur per F N.

§. 319. Notandum, quando lineæ E S ſola pars E F conſideratur, hanc pro parallela haberi lineæ *i l*, propter exiguum angulum, quem hæ lineæ efficiunt. Ex puncto N ducatur perpendiculum N Q ad lineam F T continuatam ſi neceſſe fuerit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & conſtruatur Parallelogrammum F P N Q rectangulum; concipiamus vim per F N reſolutam in duas per F Q & F P agentes, & hiſce lineis repræſentatas: actione per F Q gravitas minuitur in caſu hujus Figuræ; augetur, quando punctum Q inter F & T cadit: preſſione autem F P Luna in Orbita trahitur Syzygiam vicinam *i* verſus, & acceleratur aut retardatur Lunæ motus, prout vis hæc cum motu Lunæ conſpirat, aut contrarie agit.

In viciniis Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas, & linea F Q, quæ diminutionis hujus proportionem ſequitur, minuitur recedendo a Syzygia, donec evaneſcat ad diſtantiam ab hac 54. Gr. 44'.; ad majorem Lunæ a Syzygia diſtantiam Q inter F & T cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per F P in Syzygia *i* nulla eſt; recedendo ab hac augetur ad octantem uſque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam; minuitur ite-

iterum, donec in B etiam nulla ſit.

§. 320. Inter B & *l*, aut *l* & A, motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte oppoſita inferiori A *i* B Orbitæ; in E & F æqualis eſt gravitatis diminutio, & in illo ſitu æquali vi in orbita Syzygiam *l* verſus trahitur, qua in F Syzygiam *i* verſus pellitur.

§. 321. Ex hiſce ſequitur in motu Lunæ a Syzygia ad Quadraturam, inter *i* & B, ut & *l* & A, gravitatem Lunæ in Tellurem continuo augeri & Lunam in motu continuo retardari. In motu autem a Quadratura ad Syzygiam inter B & *l*, ut A & *i*, minuitur omnibus momentis Lunæ gravitas, & hujus motus in orbita acceleratur. Determinantur vires, a quibus effectus hi pendent, conferendo has cum vi nota, qua gravitas in Quadraturis augetur, & quæ per Lunæ diſtantiam a centro Telluris repræſentatur.

§. 322. Lineæ M I, H F, S T ex conſtructione ſunt æquales; ideo cum Puncta I & N confundantur, M N valet S T, & M S æqualis eſt N T. Lineæ M F & S T repræſentant vires, quibus Luna in F & Tellus in T Solem S verſus feruntur; ſunt ergo ut quadratum lineæ T S ad quadratum lineæ F S; quare cum F G ſit differentia harum linearum, differunt inter ſe F M & T S dupla G F, & addendo G F lineæ F M, differentia inter G M & T S, id eſt M S, erit tripla lineæ F G; quantum ergo etiam valet N T: F E autem eſt dupla F G; ideo N T a F E ut tria ad duo.

Continuetur F T, ſi neceſſe fuerit, & ad hanc, ex E, ducatur perpendicularis EV; Triangula EVF, & NQT rectangula erunt ſimilia, propter angulos alternos V F E & Q T N: idcirco N T ad F E, id eſt, tria ad duo, ut N Q, æqualis F P, ad E V; quæ ergo proportionalis eſt duabus tertiis partibus vis, quæ exprimitur per F P; ſed E V eſt ſinus anguli E T V ad centrum, dupli anguli E F V ad circumferentiam, æqualis angulo F T L, diſtantiæ

tiæ Lunæ a Syzygia. Idcirco, ut radius T A, aut T E, ad ſeſqui-ſinum duplæ diſtantiæ Lunæ a Syzygia, nempe ad F P, ita augmentum gravitatis in Quadraturis, quod radio T A deſignatur, ad vim quæ motum Lunæ in orbita accelerat aut retardat.

Computatio diminutionis gravitatis, & in minori diſtantia a quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

§. 323. Repræſentatur hæc diminutio linea F Q, quæ valet Q T demto radio; ſed ex conſideratione trangulorum memoratorum, ſeſqui V F valet Q T; ideo ſeſqui V T, addito dimidio radio, deſignat diminutionem gravitatis quæſitam; & radius eſt ad ſummam aut differentiam ſeſqui-coſinus duplæ diſtantiæ Lunæ a Syzygia & dimidii radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum gravitatis in ſitu Lunæ, de quo computatio initur.

§. 324. Differentia inter co-ſinum & dimidium radium utimur, quando angulus, cujus eſt co-ſinus, angulum rectum ſuperat; quia in hoc caſu utimur co-ſinu complementi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem caſu ſeſqui-coſinus, quo utimur, ſemi-radium ſuperat, quantitas detecta eſt additicia, id eſt, gravitatem augeat, quod ubique inter Quadraturam & 35. Gr. 16'. ab hac obtinet.

§. 325. Vires hæ, quæcunque fuerit orbitæ Lunaris figura, exacte determinantur; nam conferuntur cum augmento gravitatis in quadraturis, poſita Luna in Quadratura ad eandem diſtantiam a Tellure, ad quam revera datur in loco, de quo agitur; augmentum vero hoc in omni caſu detegitur.

Licet extra ſcopum hujus operis ſit computum motus Lunæ tradere, neceſſe duxi breviter exponere, qua methodo vires, quibus Luna regitur, detegantur; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus, quo exactius ipſas novimus.

§. 326. Vt nunc motum Lunæ examinemus, ſingulatim hujus variæ irregularitates perpendendæ ſunt; quod

quod ut ſine confuſione fiat, pleraſque in initio hujus examinis ramovemus irregularitates, & concipimus Lunam in circulo motam circa Tellurem, in qua curva retineri poſſe ex gravitate conſtat. Concipimus quoque, orbitam Lunæ in plano Eclipticæ dari.

§. 327. Ex actione Solis turbatur hic motus, & orbita magis convexa eſt in Quadraturis, quam in Syzygiis. Nam curvæ a corpore vi centrali deſcriptæ convexitas eo major eſt, quo vis centralis majori cum vi corpus omnibus momentis ex via detorquet; etiam eo major eſt, quo corpus lentius movetur, quia vis centralis diutius agens majorem edit effectum in inflectenda corporis via. Ex cauſis contrariis minuitur convexitas curvæ. Ambæ concurrunt in augenda orbitæ convexitate in quadraturis, & hac minuenda in Syzygiis.

§. 328. Ex his ſequitur circularem orbitæ lunaris figuram in ovalem mutari, cujus major axis per Quadraturas tranſit; ut partes magis convexæ in Quadraturis dentur. Quare Luna minus a Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis diſtat; & non mirum Lunam ad Tellurem in Syzygiis accedere, licet gravitas hujus minuatur; quia acceſſus non eſt effectus immediatus hujus diminutionis, ſed inflexionis orbitæ Quadraturas verſus.

Motus Lunæ, ſublata Solis actione, non eſt in circulo, ſed Ellipſi, cujus focorum alter cum Telluris centro coincidit; nam orbita Lunæ eſt excentrica, & vi gravitatis in hac retinetur.

§. 329. Demonſtrata ergo non exacte ad motum Lunæ applicari poſſunt; cum autem vires, quæ deviationes explicatas generant, in Lunam revera agant, Ellipſis, quam Luna ſublato Sole deſcriberet, mutatur, & ceteris paribus, Propoſitiones ſuperius indicatæ ad Lunæ motum applicari poſſunt. Id eſt, ellipſeos (quam Luna ſublato Sole deſcriberet, in quocunque ſitu reſpectu Solis detur,) figura, poſito Sole, mutatur paululum, partes, quæ in Qua-

Quadraturis dantur, convexiores fiunt; contra, quæ per Syzygias tranſeunt, ex convexitate amittunt; unde etiam variationes in diſtantiis neceſſario ſequuntur.

§. 330. In Quadraturis & Syzygiis vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem verſus, in eadem linea agit; ideoque vis, quæ continuo in Lunam agit, & hanc in orbita retinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna deſcribit areas, lineis ad hoc centrum ductis, temporibus proportionales.

§. 331. In aliis orbitæ punctis, ut F, præter vim, quæ in linea F T agit, datur & alia, cujus directio ad F T eſt perpendicularis, quæ hic per F P repræſentatur: directio vis ex ambabus compoſita dirigitur paululum ad latus lineæ F T, & non tendit ad Telluris centrum; quare areæ, lineis ad centrum Telluris ductis, non ſunt exacte temporibus proportionales. In Octantibus F P eſt omnium maxima, & vis, quæ per hanc lineam repræſentatur, eſt ad gravitatem Lunæ Tellurem verſus, in hoc puncto, in mediis Lunæ & Solis diſtantiis, ut 1. ad 119., 15., quare directio vis compoſitæ ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum linea F T efficit angulum circiter ſemi-gradus.

§. 332. Variis irregularitatibus aliis ſubjicitur motus Lunæ, ita ut curvam omnino irregularem deſcribat; quam ut computationibus, quantum fieri poteſt exactiſſimis, ſubjiciant, ad Ellipſin reducunt Aſtronomi, quam variis motibus agitatam, etiam mutabilem concipiunt, ne Luna hanc deſerat.

§. 333. Circa vires centrales conſtat corpus non deſcribere Ellipſin, ſi vis centralis, qua in orbita retinetur, in alia ratione decreſcat, quam in ratione inverſa quadrati diſtantiæ; curvam tamen ſæpe poſſe reduci ad Ellipſin mobilem: quæ circa focum rotatur, & cujus motus aliquando eandem partem verſus cum motu corporis, aliquando in contrariam partem fertur.

Ex hiſce ſequitur Lunæ orbitam ad Ellipticam re-

referri non poſſe, niſi quatuor motibus ſingulis revolutionibus hanc agitatam concipiamus; id eſt, niſi linea Apſidum, (ideſt major axis Ellipſeos) quæ per centrum Telluris tranſit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

§. 334. Progrediuntur Apſides Luna in Syzygiis verſante, aut potius in motu Lunæ inter puncta a Syzygiis 54. Gr. 44′ diſtantia. In Quadraturis, & inter puncta ab his diſtantia 35. Gr. 16′, Apſides regrediuntur, id eſt, in antecedentia moventur.

§. 335. Vires, a quibus progreſſus & regreſſus Apſidum pendent, ſunt vires motuum Lunæ turbantes, antea explicatæ; ideo cum vis turbans in Syzygiis ſit dupla vis turbantis in Quadraturis, progreſſus, qui etiam per majorem arcum locum habet, integra conſiderata Lunæ revolutione, regreſſum ſuperat, ceteris paribus.

In circulo, cujus centrum in centro virium datur, diminutio vis in receſſu a centro nullum edit effectum, quia non a centro recedit corpus; idcirco effectus diminutionis hujus eſt eo major, quo a tali circulo magis differt curva, quam corpus deſcribit.

§. 336. In orbita elliptica, cujus focorum alter cum virium centro coincidit, curvatura in Apſidibus omnium maxime a tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in receſſu a virium centro, eſt omnium maximus. Si orbita hæc parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos minoris parum admodum curvatura circuli memorati differt a curvatura Ellipſis reſpectu foci, & diminutionis effectus eſt omnium minimus.

§. 337. Progreſſus, & regreſſus Apſidum pendet a proportione, juxta quam decreſcit vis gravitatis recedendo a Telluris centro; eſt ideo effectus diminutionis vis centralis.

Tab. 3. Fig. 15. §. 338. Varias ſubit mutationes explicatus Apſidum motus: omnium celerrime progrediuntur Apſides in Lunæ revolutione, poſita Apſidum linea in Sy-

Syzygiis ; & in hoc ipſo caſu omnium lentiſſime in eadem revolutione remeant ; quia propter exiguam Lunæ excentricitatem parum ab extremitatibus axeos minoris orbitæ diſtant Quadraturæ.

§. 339. Poſita linea Apſidum in Quadraturis, omnium minime in Syzygiis in conſequentia feruntur Apſides; celerrime autem redeunt in Quadraturis ; & in hoc caſu in integra Lunæ revolutione regreſſus progreſſum ſuperat. Tab. 3. Fig. 16.

§. 340. Dum Tellus in orbita transfertur, linea Apſidum ſucceſſive omnes acquirit ſitus reſpectu Solis ; quare, plurimis revolutionibus Lunæ ſimul conſideratis, progrediuntur Apſides, & ex obſervationibus conſtat in ſpatio circiter octo annorum lineam Apſidum integram peragere revolutionem.

§. 341. Orbitæ Excentricitatem etiam inconſtantem eſſe diximus. Augetur corporis Excentricitas, ſi vis centralis continua diminutione celerius quam ante decreſcat ; tunc enim dum corpus ab Apſide ima ad Apſidem ſummam transfertur, omnibus momentis minus trahitur, quam ſi vis minus decreſceret, quare magis recedit ; augetur etiam eadem orbitæ Excentricitas in eodem caſu in motu ab Apſide ſumma ad imam ; quia in hoc caſu acceſſu ad centrum celerius creſcit vis ; ita ut in utroque caſu differentia inter maximam & minimam diſtantiam a cenrro virium major fiat, ideoque Excentricitas augeatur. Simili ratiocinio patet Excentricitatem minui, quando vis centralis lentius decreſcit, quam ante, in receſſu a centro.

§. 342. Hiſce ad motum Lunæ applicatis, patet orbitæ Excentricitatem ſingulis revolutionibus varias ſubire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias tranſit, minui dum in Quadraturis verſatur. Eſt vero Excentricitas omnium maxima, poſita linea Apſidum in Syzygiis ; quia in integra revolutione cauſa, quæ augeat Excentricitatem, eſt omnium maxima, & quæ hanc minuit, omnium minima ; in Apſidibus collatis celerius decreſcit vis centralis

quam pro ratione inverſa quadrati diſtantiæ, unde augmentum hoc ſequitur, quod in hoc ſitu prævalet. Orbita vero omnium minime eſt excentrica, verſante linea Apſidum in Quadraturis, prævalente diminutione Excentricitatis.

§. 343. Lunam diximus moveri in plano ad Eclipticæ planum inclinato; lineam Nodorum rotari in antecedentia, & inconſtantem eſſe Orbitæ inclinationem; effectus hi ex actione Solis in Lunam etiam deducuntur.

§. 344. Propter exiguam Orbitæ lunaris inclinationem, vires, quas huc uſque in plano Eclipticæ agentes, non attendendo ad Orbitæ inclinationem, conſideravimus, ſine ſenſibili errore ad Orbitæ planum referuntur, & Luna in hoc moribus ante explicatis ſubjicitur. Sed datur vis, quæ Lunam ex plano Orbitæ removet; ita ut hoc planum agitatum concipere debeamus, ne Luna Orbitam deferat.

Tab. 3. Fig. 14. §. 345. Sit Luna in F; attendendo ad illa, quæ de actione Solis ſuperius dicta ſunt, liquet planum parallelogrammi F H M I per lineam T S tranſire, quæ centra Solis & Telluris jungit, & quæ ideo in plano Eclipticæ datur; ita ut punctum N, ad quod dirigitur vis F N turbans ex actione Solis, in hoc plano detur.

Tab. 3. Fig. 17. §. 346. Repræſentetur hæc eadem vis per F I; in F ad orbitæ planum detur perpendicularis F R, & concipiatur parallelogrammum F R I *i*, cujus latus F *i* in plano orbitæ detur, & cujus diagonalis ſit F I; vis turbans per F I reſolvitur in duas, per F R & F *i*, quas hæ lineæ repræſentant, & quarum hæc in plano orbitæ agit: ita ut ad hanc debeamus referre, quæ ſpectant vim turbantem, de qua ſupra egimus; lineæ enim F *i* & F I vix differunt, & planum parallelogrammi F R I *i* ad planum orbitæ lunaris eſt perpendiculare.

§. 347. Determinanda eſt linea F R, quæ repræſentat vim, quæ ad planum orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plano removet, ratio autem

autem lineæ F R, aut I *i*, ad radium E T, eſt ratio vis turbantis, de qua hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis.

§. 348. In caſu hujus Figuræ, in qua linea Nodorum N *n* in Quadraturis verſatur, detegitur F R, quia I T (quæ eſt N T Fig. 14.) datur, & quia I T ad I *i*, aut F R, ut radius ad ſinum inclinationis orbitæ.

§. 349. Sed in omni caſu determinanda eſt vis, quæ Lunam ex plano pellit; ponamus ideo lineam Nodorum translatam ad ſitum M *m*, quo ceteris manentibus, mutatur I *i*. Ad *m* M continuatam, ſi neceſſe fuerit, dentur perpendiculares *i* X & I X, quæ angulum efficiunt æqualem inclinationi plani orbitæ.

§. 350. Ratio inter E T & I *i*, id eſt, ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plano orbitæ removet, eſt compoſita ex rationibus lineæ E T ad T I, lineæ T I ad I X, & tandem lineæ I X ad I *i*. Prima eſt ratio inter radium & ſinum diſtantiæ Lunæ a Quadratura triplicatum; ſecunda eſt ratio radii ad ſinum anguli I T X, id eſt, diſtantiæ nodi a Syzygia; tertia tandem eſt ratio radii ad ſinum inclinationis orbitæ: & ratio ex his compoſita eſt ratio cubi radii ad ter productum ſinum diſtantiarum Lunæ a Quadratura, & nodi a Syzygia, ut & inclinationis plani.

§. 351. Vis hæc in Quadraturis nulla eſt, quia punctum I cum puncto T centro Telluris coincidit, & evaneſcit linea I *i*, lineis F I & F *i* concurrentibus in plano orbitæ; quod etiam ex computatione memorata ſequitur; evaneſcente ſinu diſtantiæ Lunæ a Quadratura, ideoque toto producto, quod per ſinum hunc multiplicatur.

§. 352. Evaneſcit idem hoc productum, & cum hoc vis, quam repræſentat, evaneſcente ſinu diſtantiæ Nodi a Syzygia, id eſt, poſita linea Nodorum in Syzygiis; etiam hoc ex eo deducitur, quod

linea Nodorum N *n* continuata per Solem tranſit; quare Sol in ipſo plano orbitæ datur; ideoque Lunam, niſi in hoc plano trahere non poteſt.

§. 353. Vis etiam, quam examinamus, augetur in acceſſu Lunæ ad Syzygiam, & in receſſu Nodi ab hac.

Tab. 3. Fig. 19. §. 354. Sit P *p* planum Eclipticæ; P A orbita Lunæ; ubi Luna ad A pervenit, id eſt, paulum a Nodo receſſit, ex plano orbitæ removetur, & in ſecundo momento non per A B, continuationem orbitæ P A, ſed per A *b* fertur; quia per B *b* ad planum Eclipticæ accedit; itaque movetur, quaſi ex Nodo magis diſtante *p* procederet. Vnde patet Nodus regredi, dum Luna in orbita movetur, quamdiu a Nodo recedit: etiam remeant Nodi in acceſſu Lunæ ad Nodum oppoſitum; quia cum Luna continuo ex orbita planum Eclipticæ verſus pellatur, continuo ad punctum minus diſtans dirigitur, & citius ad Nodum pervenit, quam ſi tali motu non agitata, eadem celeritate in motu continuaſſet.

§. 355. Integram conſiderando Lunæ revolutionem, ceteris paribus, celerrime in antecedentia moventur Nodi, verſante Luna in Syzygiis, deinde lentius atque lentius, donec quieſcant, verſante Luna in Quadraturis.

§. 356. Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam non attendendo ad motum memoratum Nodorum, linea Nodorum ſucceſſive omnes ſitus poſſibiles acquirit, reſpectu Solis: & ſingulis annis, bis per Syzygias, bis per Quadraturas tranſit.

§. 357. Si nunc plurimas conſideremus Lunæ revolutiones, Nodi in integra revolutione celerrime remeant, verſantibus Nodis in Quadraturis; dein lentius, donec quieſcant, poſita linea Nodorum in Syzygiis.

§. 358. Hac eadem vi, qua Nodi moventur, mutatur etiam orbitæ inclinatio; augetur in receſſu Lunæ a Nodo; minuitur in acceſſu ad Nodum.

§. 359.

§. 359. Angulus enim $b\ p$ L minor eſt angulo A P L, & eadem de cauſa continuo minuitur, & inclinatio major fit; ubi autem Luna ad maximam diſtantiam a plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppoſitum accedit, continuo directio motus Lunæ planum Eclipticæ verſus inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quam ſi in orbita motum continuaret: ſit N $n\ m$ planum Eclipticæ, curva N m orbita Lunæ; vi, qua Luna continuo ex hac removetur, mutatur Lunæ via, & percurrit curvam N n, quæ magis ad N $n\ m$ in N inclinatur, quam in n; ita ut pleni orbitæ inclinationem bis mutatam concipere debeamus, dum a Nodo ad Nodum movetur Luna: ideoque quater in ſingulis Lunæ revolutionibus, bis minuitur, bis iterum augetur.

§. 360. Poſitis Nodis N, n in Quadraturis, vires, quæ in unica revolutione augent inclinationem, & hanc minuunt, ſunt æquales inter ſe; nam propter æqualem diſtantiam utriuſque Nodi a Syzygiis, vires inclinationem mutantes in N D & n E ſunt æquales viribus in punctis reſpondentibus in D n & E N; illis inclinatio augetur, his minuitur: diminutio anguli inclinationis ex primis ſecundarum actione inſtauratur, & hic non mutatur. In motu memorato lineæ Nodorum reſpectu Solis, qui a ſitu parallelo lineæ hujus pendet, Nodus N ad Syzygiam E fertur. Vbi ex. gr. linea Nodorum pervenit ad ſitum M m, Luna in receſſu a Nodis tranſit per Quadraturas N, n, in quibus vis, quæ inclinationem mutat, nulla eſt, & in quorum vicinia omnium eſt minima: in acceſſu autem ad Nodos ubique Luna a Quadraturis diſtat, & vis major in hanc agit; ideoque integram conſiderando revolutionem, augmentum anguli inclinationis ſuperat hujus diminutionem; id eſt, augetur ille angulus, aut quod idem eſt, minuitur inclinatio; quod ubique obtinet in motu Nodorum a Quadraturis ad Syzygias. Tab. 3. Fig. 17.

§. 361. Vbi ad Syzygias pervenere Nodi, incli-

natio plani orbitæ eſt omnium minima; nam in motu Nodorum a Syzygiis ad Quadraturas magis ac magis continuo inclinatur orbitæ planum; in hoc enim caſu in acceſſu ad Nodum per Quadraturas tranſit Luna, in receſſu ab his diſtat a Quadraturis, & in integra Lunæ revolutione vis, quæ inclinationem auget, ſuperat illam, quæ hanc minuit idcirco augetur inclinatio; & eſt omnium maxima verſantibus Nodis in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli a plano orbitæ cum plano Eclipticæ effecti.

§. 362. Omnes, quos explicavimus, errores in motu Lunæ paululum majores ſunt in conjunctione, quam in oppoſitione.

§. 363. Determinantur Vires omnes perturbantes, detegendo harum rationem ad augmentum gravitatis in Quadraturis; quare omnes easdem mutationes ſubeunt cum hoc augmento, id eſt, ſunt inverſe, ut cubus diſtantiæ Solis a Tellure; qua manente, ſunt ut diſtantia Lunæ a Tellure. Omnes vires perturbantes ſimul conſiderando, prævalet gravitatis diminutio; quod ex progreſſu Apſidum immediate ſequitur; nam ex hoc patet, plurimis ſimul conſideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis ſuperare effectum augmenti.

§. 364. Ergo motu Lunæ generaliter conſiderato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem acceſſu Solis; ideoque cum minus a Tellure trahatur: ab hac magis recedit, quam recederet, ſi talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc caſu Lunæ diſtantia, etiam tempus periodicum; & tempus hoc maximum eſt, ut & diſtantia Lunæ, ceteris paribus, maxima, verſante Tellure in Perihelio, quia omnium minime a Sole diſtat.

CA-

CAPVT XVIII.

De Planetarum Figuris.

§. 365. SI ad Planetarum Figuras attendamus, talibus illos præditos detegemus, quæ ex ipſis, quibus Syſtema regitur, legibus ſequuntur; ordini mirabili, quem ubique obſervamus, admodum congruum eſt nullas in Planetas agere vires ad hos deſtruendos; id eſt, illam eſſe Planetæ, ſive Primarii, ſive Secundarii figuram, quam acquireret, ſi totus ex materia fluida conſtaret; quod cum phænomenis congruit.

§. *366.* Vnde ſequitur Planetas omnes Primarios, & Secundarios eſſe ſphæricos; conſtant enim ex materia, cujus particulæ in ſe mutuo graves ſunt; ex qua mutua attractione figura ſphærica generatur, eodem modo ac gutta fit ſphærica ex alia partium attractione.

§. *367.* Figura hæc ſphærica Planetarum ex motu circa Solem, aut Secundariorum circa Primarios, non mutatur; quia ſingulæ particulæ eodem motu feruntur: motu autem circa axem mutationem figura ſubit eo majorem, quo motus hic celerior eſt. Vi enim centrifuga corpora leviora fiunt ſub Æquatore; quare altior ubique eſt Planeta ſub Æquatore, quam ſub Polis, & acquirit ex motu circa axem figuram Sphæroidis depreſſi in Polis; altitudo enim continuo minuitur, accedendo ad Polum, quia vis centrifuga minuitur propter imminutam diſtantiam ab axe.

§. *368.* Si demonſtrata cum phænomenis conferantur, patebit quare omnia corpora ſint ſphærica in Syſtemate noſtro; hanc tamen figuram non eſſe accuratam, & motibus circa axes paululum mutari, licet in pleriſque hoc non percipiatur; ex obſervationibus Jovis & Telluris poterit deduci. Jovis axem

breviorem eſſe diametro Æquatoris obſervarunt Aſtronomi; hic licet omnium Planetarum ſit maximus, omnium celerrime circa axem rotatur, ideoque differentia hæc obſervari poteſt.

§. 369. Quantum ſub Æquatore attollatur Tellus, a nobis determinatur, quamvis hoc forte aliorum Planetarum incolis, ſi dentur, non magis ſit ſenſibile, quam nobis depreſſio Polorum Martis, quam non percipimus.

§. 370. Ponamus Tellurem fluidam, memoratam ſphæroideam acquiret figuram; ſi conſtet ex materia heterogenea, & partes magis denſæ ſint, recedendo a centro, ad easdem vero diſtantias ab hoc ubique æque denſæ, æquilibrium non dari demonſtratur, niſi magis deprimatur ſub Polo Tellus, quam ſi homogenea eſſet. Si nunc concipiamus partes centrum verſus cohærere, non eo ſitus aliarum mutari poteſt, neque mutabitur, ſi in quibusdam locis partes ad ſuperficiem uſque cohæreant inter ſe, ut hoc revera locum habet. Ergo Maris ſuperficies acquiſivit figuram ad Polos depreſſam. Cum vero, parum tantum ubique littora ſupra Maris ſuperficiem attollantur, continentem Terram eandem ſequi figuram cum ipſo Mare extra dubium eſt.

§. 371. Quæ autem ipſam figuram ſpectant, tantum ex immediatis menſuris, & obſervationibus, determinari poſſunt, ex quibus ſequentia deducta ſunt.

Tab. 3. Fig. 22. Sit *e* P E dimidium ſectionis Telluris per Meridianum; C centrum; P polus; E *e* diameter Æquatoris.

Diameter hæc Æquatoris continet Perticas Rhenolandicas 3399474.

Axis Telluris = 3380406.

Ergo Diameter media = 3389940.

Æquator attollitur Perticis 9534.

Inter Axem & Diametrum Æquatoris ratio datur quæ inter 177., 3. & 178., 3.

§. 372. Superficies Maris neceſſario ita ſeſe conſti-

ſtituit, ut perpendicularis ſit ad directionem gravium; & tangens IF, quæ in puncto I cum ipſa hac ſuperficie congruit, planum Horizontis determinat. Perpendicularem autem ad tangentem, quæ directionem gravium exhibet, ut IB, non ubique ad centrum telluris tendere poſſe clarum eſt. Hæc tamen linea altitudinem poli determinat; eſt enim altitudo hæc æqualis angulo, quem IF efficit cum PC, aut ID, quam axi parallelam ponimus, id eſt, perpendicularem ad *e* E; angulus hic eſt DIF, cui æqualis IBD.

§. 373. Si ducta ad ſuperficiem in *i* perpendiculari *ib*, angulus *ib* D ſuperet angulum IBD uno gradu, puncta I & *i* uno gradu quoque Latitudine differunt, & arcus I *i* eſt unius gradus in Meridiano. Si concipiamus integrum arcum PIE ita diviſum in nonaginta gradus, non erunt hi æquales inter ſe; nam omnis figura ovalis maxime convexa eſt in extremitatibus axeos majoris, omnium minime in extremitatibus Axeos minoris; unde ſequitur concurſum linearum IB, *ib*, id eſt, punctum A, magis a ſuperficie removeri, quo magis I ad Polum accedit; eſt enim A centrum circuli, qui cum arcu I*i* coincidit, & eo major eſt radius circuli, quo ſuperficies eſt minus curva; creſcente vero IA, augetur arcus I*i*; augentur ergo gradus accedendo ad Polum, & gradus ad Polum eſt omnium maximus, & ad æquatorem omnium minimus.

§. 374. Gradus maximus continet Pert. Rhen. 29833, 4. & minimus eſt perticarum 29334, 15. Ergo gradus medius eſt 29583, 77. pert. Hic vix differt ab eo, cujus puncti medii Latitudo eſt 45 gr. Inter gradum maximum & minimum datur ratio, quæ habetur inter 59, 75 & 58,75; proxime ut 60 ad 59.

§. 375. Gravitas quoque in diverſis Latitudinibus differt, minima eſt ſub Æquatore, & maxima ſub Polo, gravitateſque hæ ſunt inter ſe ut 201, 5. ad 202, 5.

§. 376. Longitudo Penduli, quod vibrationes ſingulas in uno minuto ſecunda peragit Pariſiis, exactiſſime fuit menſurata a Viro Celebri D^{no}. de Mairan, eſt linearum pedis regii gallici 440, 57. Altitudo Poli eſt 48 gr. 50'. Cum Pendulo in Laponiam translato ad Latitudinem *66* Gr. 48' obſervationes fuere inſtitutæ, quibus conſtitit hoc peregiſſe vibrationes 86117, 5. eo tempore, quo Pariſiis tantum peregit 86158, 4; unde patuit gravitates in hiſce locis eſſe inter ſe ut 729, *6*. ad 728, *6*. Ex hac determinatione gravitates ubique Terrarum conferri poſſunt; & deprehenduntur inter ſe ut longitudines Pendulorum æqualibus temporibus vibrationes peragentium.

§. 377. Longitudo Penduli, quod ſingulis minutis ſecundis vibrationem peragit, eſt ſub AEquatore 455, 14. lin. pedis Rhen.; Pariſiis 456, 42. Lin. ejuſdem pedis; ad Latitudinem *66* gr. 48' in vico Laponiæ Pello 457. 08. lin. earundem: & tandem ſub Polo lin. 457, 40.

§. 378. Si corpora libere cadant, ſpatium in 1" percurſum detegitur in quatuor indicatis locis, ſi utamur menſura Rhenol., pedum 15, 597; 15, *6*41; 15, *66*3; 15, *6*74. Gravitate media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt, corpus cadendo percurrit in 1" Pedes 15., *636*.

CA-

CAPUT XIX.

Motus Axeos Telluris Explicatio Phyſica.

§. 379. LUnæ Nodos regredi, id eſt, in antecedentia moveri, & orbitæ inclinationem mutationibus eſſe obnoxiam, demonſtravimus. Concipiamus varias dari Lunas, ad eandem diſtantiam, æqualibus temporibus circa tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato; ſingulas iiſdem motibus agitari clarum eſt: concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut ſeſe mutuo tangant, & annulum, cujus partes cohærent, efficiant; dum annuli pars una trahitur, ut inclinationem augeat, pars altera motu contrario agitatur, ad inclinationem minuendam; vis major in hoc caſu prævalet, id eſt, in motu lineæ Nodorum a Quadraturis ad Syzygias annuli inclinatio minuitur in ſingulis hujus revolutionibus; & eſt omnium minima, verſante Linea Nodorum in Syzygiis. Contra, augetur inclinatio, dum linea Nodorum ex Syzygiis ad Quadraturas transfertur; & eſt omnium maxima, poſita linea Nodorum in his. Linea Nodorum continuo in antecedentia transfertur, niſi in Syzygiis ubi quieſcit. Si quantitas materiæ in annulo minuatur, non mutantur hujus motus; quia a gravitate pendent, quæ æqualiter in ſingulas materiæ particulas agit. Si annuli diameter minuatur, in ratione hujus diminutionis minuuntur motus, ſed nullus evaneſcit, & iiſdem motibus, ſed minoribus, agitatur annulus.

§. 380. Concipiamus nunc Tellurem ſphæricam; & in plano AEquatoris cum plano Eclipticæ efficiente angulum 23. gr. 29 annulum dari, in eodem tempore cum Tellure revolutum; minuatur hic ita, ut Tellurem tangat, & cum hac cohæreat; hiſce annuli motus memorati non tolluntur; nam cum

Tellus

Tellus nulla vi in determinato ſitu retineatur, cedit impreſſionibus annuli; cujus agitationes tamen minuuntur ex aucta materia movenda, dum vis motrix eadem manet. Caſus hic revera exſtat, nam Telluris Figura eſt ſphærica, annulo in AEquatore circumdata; nam hujus diameter axem ſuperat. Hujus annuli linea Nodorum eſt ſectio plani AEquatoris & Eclipticæ. Vnde ſequentes deducimus concluſiones.

§. 381. In AEquinoctiis inclinatio AEquatoris eſt omnium minima; ideoque axeos inclinatio omnium maxima; nam hic cum plano AEquatoris angulum rectum efficit. Poſtea augetur inclinatio AEquatoris, id eſt, minuitur axeos inclinatio, donec Sol in Solſtitiis detur, ubi hæc eſt omnium minima, illa omnium maxima. Idcirco bis in anno minuitur Telluris axeos inclinatio, bis inſtauratur. Et ſectio plani AEquatoris cum plano Eclipticæ, quæ in AEquinoctiis quieſcit, per reliquum tempus in antecedentia movetur.

§. 382. Ad planum Orbitæ Lunaris etiam inclinatur planum AEquatoris; nam exiguum angulum illud cum plano Eclipticæ efficit: ideo eodem modo in annulum agit Luna, quam Sol; & licet illa minor ſit, quia Sole multo minus diſtat, in annulum majorem exſerit actionem. Quare etiam ex actione Lunæ bis in ſingulis hujus revolutionibus mutatur, & bis inſtauratur axeos Telluris inclinatio ad Planum orbitæ Lunæ; ideoque ad planum Eclipticæ, & in antecedentia fertur ſectio plani AEquatoris cum plano orbitæ; ex quo motu translatio ſectionis illius plani cum plano Eclipticæ neceſſario ſequitur.

§. 383. Mutationes inclinationis axeos nimium ſunt exiguæ, ut obſerventur: translatio autem lineæ AEquinoctiorum, & motus axeos, qui ex hac ſequitur, cum ſemper eandem partem verſus dirigantur, tandem ſenſibiles ſunt; & ex his Phænomena antea explicata ſequuntur.

CA-

CAPUT XX.

De Æſtu Maris.

§. 384. Cum Maris Æſtus ab actionibus ante memoratis Solis & Lunæ pendeat, non in hiſce prætermitti debet. Ut autem Æſtum hunc ex principiis traditis explicemus, in memoriam revocare debemus, Tellurem, ut & etiam omnia corpora in hujus ſuperficie, in Lunam gravitare; ideo particulæ aqueæ in hac ſuperficie, quæ ad centrum Telluris, aut ad hujus viciniam tendunt, Lunam verſus quoque feruntur. Cum etiam ſolida Telluris maſſa ad Lunam feratur, juxta leges, quæ locum haberent, ſi omnis Materia, ex qua conſtat, in centro coacta daretur; poterunt demonſtrata *in Capite* XVI. de actione Solis in Lunam, Tellurem verſus cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Lunæ in particulas aqueas in Telluris ſuperficie cum Telluris maſſa non cohærentes, ſed hujus centrum verſus tendentes, & cum hujus maſſa etiam Lunam verſus continuo cadentes; qua vi, ut vidimus, Tellus retinetur in Orbita circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

§. 385. Sit S Luna; A*i*B*l* Superficies Telluris, cujus maſſa ad Lunam tendit, quaſi tota in T eſſet coacta; ex actione Lunæ particulæ A & B aqueæ verſus T majorem acquirunt gravitatem; contra particulæ in *i*, *l*, ex gravitate amittunt. Unde deducimus, ſi tota Tellus aqua obtegatur, æquilibrium non dari, niſi magis attollatur aqua in punctis *i* & *l*, quam in toto circulo ab his punctis 90 Gr. diſtanti; & ideo per puncta A & B tranſeunti. Idcirco actione Lunæ, aqua adipiſcitur figuram Sphæroidis, formatam ex revolutione Ovalis circa axem majorem, qui continuatus per Lunam tranſiret.

§. 386. Ponamus Lunam in AEquatore; omnes ſectio-

ſectiones Telluris parallelæ ad Æquatorem, cum etiam Sphæroidis axi parallelæ ſint, ſunt ovales, quarum axes majores per Lunæ Meridianum tranſeunt; unde ſequitur, Tellure quieſcente, in circulo quocunque Latitudinis, aquam magis attolli in Meridiano, in quo linea datur, & in Meridiano oppoſito, quam in locis intermediis.

Definitio.

§. 387. *Dies lunaris eſt tempus lapſum inter receſſum Lunæ a Meridiano & acceſſum ſequentem ad eundem.* Dies hæc in viginti quatuor horas lunares dividitur. Superat diem naturalem 50 minutis.

§. 388. Ex motu Telluris circa axem, ſingulis diebus lunaribus loca ſingula per Meridianum Lunæ & Meridianum oppoſitum tranſeunt, id eſt, bis ibi tranſeunt, ubi aqua ex actione Lunæ attollitur, & bis ubi ex eadem actione deprimitur; & ſic in die lunari Mare bis attollitur, bis deprimitur, in loco quocunque.

§. 389. Ex motu Telluris circa axem continuo aqua elata a Meridiano Lunæ recedit; actione tamen Lunæ Sphæroidis axis per Lunam tranſit; ideo agitatur continuo aqua, ut accumulatio, quæ motu Telluris removetur, infra Lunam inſtauretur. Ideo ab A & B continuo *i* & *l* verſus fluit aqua, dum illa, quæ ita ſub Luna accumulatur, motu Telluris continuo ab *i* verſus B, & ab *l* verſus A fertur; id eſt, inter *i* & B, ut & inter *l* & A dantur duo motus contrarii, quibus aqua accumulatur; ita ut omnium maxime inter hæc puncta attollatur. Id eſt, in locis quibuſcunque aqua maxime eſt elata duabus aut tribus horis poſtquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppoſitum tranſivit.

§. 390. Adſcenſus aquarum ad partem Lunæ paululum excedit oppoſitum. Minuitur adſcenſus hic acceſſu ad Polum, in quo nulla aquarum agitatio datur.

§. 391.

§. 391. Quæ de Luna demonſtrata ſunt, ad Solem applicari poſſunt; ideo ex actione Solis ſingulis diebus naturalibus bis attollitur Mare, bis deprimitur. Agitatio hæc multo minor eſt propter Solis immenſam diſtantiam, quam quæ a Luna pendet: iisdem tamen legibus ſubjicitur.

§. 392. Non diſtinguntur motus ab actione Lunæ, & Solis pendentes, ſed confunduntur, & ex hujus actione tantum mutatur Maris fluxus lunaris: quæ mutatio ſingulis diebus variat, propter inæqualitatem inter diem naturalem, & diem lunarem.

§. 393. In Syzygiis ex amborum Luminarium actionibus concurrentibus attollitur aqua, & ideo magis attollitur. Minus adſcendit Mare in Quadraturis; nam ubi aqua Lunæ actione attollitur, ibi deprimitur ex actione Solis, & vice verſa. Idcirco dum Luna a Syzygia ad Quadraturam tranſit, adſcenſus quotidiani de die in diem minuuntur: augentur contra in motu Lunæ a Quadratura ad Syzygiam. In Novilunio etiam, ceteris paribus, agitationes majores ſunt, & quæ in eodem die ſeſe mutuo ſequuntur, magis differunt, quam in Plenilunio.

§. 394. Adſcenſus maximi & minimi non obſervantur, niſi ſecunda, aut tertia die poſt Novilunium, aut Plenilunium, quia Motus acquiſitus non ſtatim ex attritu, & aliis cauſis deſtruitur; quo motu acquiſito adſcenſus aquarum augetur, licet minuatur actio, qua Mare attollitur: ſimile quid circa calorem alibi demonſtravimus.

§. 395. Si nunc Luminaria ex AEquatoris plano recedentia conſideremus, videbimus agitationem minui, & minorem dari pro majori Luminarium declinatione. Quod clare patet, ſi hæc in Polis concipiamus; tunc enim axis figuræ Sphæroidis cum axe Telluris coincidit; & omnes ſectiones ad AEquatorem parallelæ ad axem Sphæroidis ſunt perpendiculares; ideoque circulares. Ita ut aqua in ſingulis circulis Latitudinis, ubique eandem habeat altitu-

titudinem, quæ motu Telluris non mutatur in locis peculiaribus. Si ex Polo recedant Luminaria, agitationem continuo magis ac magis augeri facile videmus, donec omnium ſit maxima, revoluta Sphæroide circa lineam ad axem ſuum perpendicularem, poſito Sphæroidis axe in plano AEquatoris.

§. *396.* Hinc liquet, quare in Syzygiis prope AEquinoctia, AEſtus omnium maximi obſerventur, ambobus Luminaribus in AEquatore aut prope hunc verſantibus.

§. *397.* Actiones Lunæ & Solis eo majores ſunt, quo minus hæc corpora a Tellure diſtant; cum autem minor Solis diſtantia detur, hoc verſante in ſignis auſtralibus, ſæpe ambo AEſtus maximi AEquinoctiales in illo ſitu Solis obſervantur; id eſt, ante AEquinoctium Vernum, & poſt Autumnale; quod tamen non ſingulis annis obtinet; quia ex ſitu Orbitæ Lunaris, & diſtantia Syzygiæ ab AEquinoctio variatio dari poteſt.

§. *398.* In Locis ab AEquatore diſtantibus, receſſu Luminarium ab AEquatore inæquales fiunt ejusdem diei agitationes. Sit P P Telluris axis; E E AEquator, L I circulus Latitudinis; A B axis Sphæroidis figuræ, quam acquirit aqua. Quando locus datur in L aut I, datur in eodem Meridiano cum axe Sphæroidis, & aqua eſt maxime elata in utroque caſu: in L tamen magis quam in I; nam C L ſuperat C I, quæ lineæ altitudines aquarum, id eſt, diſtantias a centro, menſurant: æquales hæ forent, ſi A L & B I, diſtantiæ ab Axe Sphæroidis forent æquales, minor autem eſt C I, quia B I ſuperat A L, quod ex inclinatione axeos Sphæroidis ad AEquatorem oritur.

§. *399.* Quamdiu Luna ad eandem partem AEquatoris cum loco datur, id eſt, ad partem lineæ C A continuatæ, aqua maxime ſingulis diebus attollitur poſt tranſitum Lunæ per Meridianum loci; hoc enim contingit, ubi locus pervenit ad L; ſi autem AEquator ſeparet Lunam & locum, de quo

agi-

agitur, id eſt, ſi detur illa ad partem lineæ C B continuatæ, aqua iterum in L ad maximam pertingit altitudinem, & ſingulis diebus hoc obtinet poſt tranſitum Lunæ per Meridianum.

§. 400. Omnia, quæ huc uſque fuere expoſita, exactiſſime obtinerent, ſi tota Telluris ſuperficies Mari obtegeretur; cum autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur, non quidem in Mari aperto, quia ſatis extenditur Oceanus, ut memoratis motibus ſubjiciatur. Sed ſitus littorum, freta, multaque alia a peculiari locorum ſitu pendentia generales regulas turbant. Generalioribus tamen obſervationibus conſtat Æſtum leges explicatas ſequi.

§. 401. Supereſt, ut ipſas vires, quibus Sol & Luna Mare agitant, determinemus: ut pateat has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum corporum actiones in pendula & cetera corpora ſenſibiles non eſſe.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis eſt ad ipſam Lunæ gravitatem in Tellurem, ut vidimus, quemadmodum 1. ad 178., 73.; in qua computatione poſuimus Lunæ diſtantiam mediam a centro Telluris eſſe 60. ſemid. Telluris: gravitas ergo Lunæ eſt ad gravitatem in Telluris ſuperficie, ut 1. ad 60x60 = 3600. Et idcirco augmentum memoratum ad gravitatem in Telluris ſuperficie, ut 1. ad 643428., in qua computatione error datur corrigendus.

§. 402. Exacta foret computatio hæc, ſi augmentum, de quo agitur, eſſet ad vim, qua Tellus Solem verſus deſcendit, ut diſtantia Lunæ 60. ſemid. Telluris ad diſtantiam Telluris a Sole; ſed eſt ut vera media Lunæ diſtantia $60\frac{1}{2}$. ſemid. Telluris ad diſtantiam Telluris a Sole. Quare augmentum determinatum parte $\frac{1}{120}$ augeri debet, & ſe habebit ad vim gravitatis in ſuperficie Telluris, ut $1\frac{1}{120}$ ad

 643428,

643428, aut ut 1 ad 638110.

§. 403. Augmentum hoc gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis eſt ad augmentum gravitatis aquæ in ſuperficie Telluris in locis a Sole 90 gr. diſtantibus, ex eadem Solis actione, ut $60\frac{1}{2}$ ad 1; ideo augmentum hoc gravitatis ad ipſam aquæ gravitatem, ut 1 ad 38605679. Diminutio gravitatis ſub Sole, & in loco oppoſito, eſt dupla hujus augmenti, ideo eſt ad gravitatem, ut 1 ad 19302839, & tota mutatio in gravitate, ex actione Solis, eſt ad ipſam gravitatem, ut 1 ad 12868560.

§. 404. Vt actionem Lunæ cum actione Solis comparemus, experimenta ſunt inſtituenda in locis, in quibus propter anguſtias Mare ſenſibiliter attollitur. Prope Briſtoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Maris eſt maxima, adſcendit aqua in Syzygiis plus minus pedibus 45; in Quadraturis pedibus plus minus 25, qui numeri ſunt inter ſe, ut 9 ad 4.

Facillima foret determinatio virium, quas quærimus, ſi agitationes maximæ & minimæ exacte in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidimus.

Diſtantia autem Lunæ a Syzygia, aut a Quadratura, non ſemper eſt eadem in maximo aut minimo aquarum adſcenſu; nam variat hæc diſtantia, quia Luna nunc magis nunc minus a Meridiano diſtat, quando per Syzygiam aut Quadraturam ipſa tranſit. Diſtantia media Lunæ a Syzygia, aut Quadratura, ad quam obſervationes memoratæ referri debent, eſt circiter 18 Gr. 30′, ita ut tota Solis actio, neque cum Lunæ actione conſpiret in Syzygiis, neque contrarie agat in Quadraturis. Etiam in tali caſu ſi in Syzygia ambo Luminaria in Æquatore fuerint, in memorata diſtantia a Quadratura, declinatio Lunæ eſt plus minus 22 gr. 13′; quo minuitur Lunæ vis ad Mare movendum. Ulterius, ceteris paribus, diſtantia Lunæ a Tellure in Syzygiis

giis minor eſt, quam in Quadraturis; unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minuitur: ad quæ omnia attendendo detegitur vim mediocrem Solis ad Mare movendum ſe habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agitandum, ut 1. ad 4., 4815. Sed vis Solis eſt ad vim gravitatis, ut 1. ad 12868560.; quare vis Lunæ eſt ad eandem vim gravitatis, ut 1. ad 2871485. Ex quibus ſequitur vires has Lunæ & Solis nimium eſſe exiguas, ut in pendulis & aliis experimentis ſint ſenſibiles; has autem ipſas valere ad Mare agitandum facile probatur.

§. 405. Minuendo gravitatem in ſuperficie Telluris parte $\frac{1}{290}$ Mare attollitur pertic. Rhenoland. 9534., id eſt, pedibus Rhenanis 114408.; perticæ enim ſingulæ continent pedes duodecim: unde detegitur ope regulæ proportionum Solis actionem mutare Maris altitudinem fere pedibus duobus; & hanc ex Lunæ actione mutari pedibus 8., 74.; & ex ambabus actionibus conjunctis agitatio mediocris eſt circiter decem pedum, quod cum obſervationibus ſatis congruit; nam in Oceano aperto, pro ut Mare magis aut minus patet, attollitur aqua ad altitudinem ſex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; & etiam differentia datur pro diverſa profunditate aquarum. Ubi vero magna vi Mare freta intrat, impetus non frangitur, niſi majori adſcenſu; & Mare multo magis attollitur.

CAPUT XXI.

De Lunæ Denſitate & Figura.

§. 406. Vires Solis & Lunæ ad Mare movendum ſunt inter ſe in ratione compoſita ex ratione quantitatum materiæ in his corporibus, (ſingulæ enim particulæ agunt), & ratione inverſa cuborum diſtantiarum Solis & Lunæ a Tellure. Quantitates materiæ ſunt in ratione compoſita ex ratione voluminum, id eſt, cuborum diametrorum, & ratione denſitatum; quare vires memoratæ ſunt directe, ut denſitates & cubi diametrorum, & inverſe ut cubi diſtantiarum. Agitur hic de denſitatibus mediis, quales pro diverſis Planetis ſupra determinavimus.

§. 407. Diametri apparentes corporum, id eſt, anguli ſub quibus videntur, creſcunt ut ipſæ diametri, & minuuntur ut diſtantiæ; id eſt, ſunt directe ut diametri, & inverſe ut diſtantiæ; idcirco ratio compoſita ex ratione cuborum diametrorum apparentium Solis & Lunæ, & ex ratione denſitatum, erit ratio Virium, quibus hæc corpora Mare movent. Ideoque horum corporum denſitates ſunt directe ut vires, quibus Mare movent, & inverſe ut cubi diametrorum apparentium: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio denſitatum.

§. 408. Vis Solis eſt ad vim Lunæ, ut 1. ad 4., 4815.; media diameter apparens Solis eſt 32'., 12''., & media Lunæ diameter apparens eſt 31'., $16\frac{1''}{2}$, id eſt, ſunt inter ſe ut 3864. ad 3753. Eſt igitur denſitas Solis ad Lunæ denſitatem, ut 10000. ad 48911.: quæ Lunæ denſitas cum Jovis, Saturni, & Telluris denſitatibus poteſt conferri, eſtque Luna Tellure denſior.

Quan-

Quantitates materiæ in duobus corporibus ſunt inter ſe in ratione compoſita denſitatum & voluminum; id eſt, ſi de Sphæris agatur, in ratione compoſita denſitatum & cuborum diametrorum.

§. 409. Lunæ & Telluris denſitates ſunt inter ſe, ut 48911. ad 39539., diametri ut 20. ad 73.; ideo quantitates materiæ in his corporibus, ut 1. ad 39., 31. Licet denſitates detegantur, poſitis corporibus homogeneis, quantitates materiæ recte definiuntur, quamvis corpora homogenea non ſint; nam illam determinamus denſitatem, quam corpus haberet, ſi materia, ex qua corpus revera conſtat, per hoc æqualiter diſpergeretur.

§. 410. Gravitates in ſuperficiebus Telluris & Lunæ determinantur, multiplicando denſitates per diametros, id eſt ſunt inter ſe, fere ut 3. ad 1., aut ut 431. ad 146., qui numerus etiam exprimit relationem gravitatis in ſuperficie Lunæ cum gravitate in ſuperficiebus Solis, Jovis, & Saturni.

§. 411. Centrum commune gravitatis Lunæ & Telluris, circa quod ambo corpora moventur, determinatur; nam hujus a Telluris centro diſtantia eſt ad diſtantiam inter centra amborum corporum, ut quantitas materiæ in Luna ad quantitatem materiæ in ambobus corporibus, itaque 40., 31. ad 1., ut Lunæ diſtantia a Tellure ad diſtantiam quæſitam centri gravitatis a centro Telluris, quæ detegitur 2543927. *Perticarum*; ut ex notis Telluris diametro, & Lunæ diſtantia deducitur.

§. 412. Vt Lunæ figuram determinemus, examinanda eſt figura, quam ſi fluida foret, acquireret. Si Lunam ſolam conſideremus quieſcentem, ſphærica erit. Si actionem Telluris in Lunam conſideremus, acquireret Luna figuram Sphæroidis, cujus axis per Tellurem tranſiret. Vis Telluris ad Lunæ figuram mutandam eſt ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39., 31. ad 1., & ut diameter Lunæ ad Telluris diametrum, quæ ſunt inter ſe, ut 20. ad 73., eſtque ratio compoſita ex his 10., 77. ad 1.

Hæc vis Lunæ eſt ad gravitatem in ſuperficie Telluris, ut 1. ad 2871485.; quæ gravitas in Telluris ſuperficie eſt ad gravitatem in ſuperficie Lunæ, ut 431. ad 146., aut ut 2871485. ad 973166.; quare actio Telluris ad mutandam Lunæ figuram, ad gravitatem in ſuperficiæ Lunæ, ut 10. 77. ad 973166., aut ut 1. ad 90359.. Mutata gravitate in Telluris ſuperficie parte $\frac{1}{2871485}$, aqua attollitur pedibus 8.; ideo ſi gravitas parte $\frac{1}{90359}$ mutaretur, elevatio foret pedum 254., ut regula aurea detegitur: ſi ſervata hac diminutione gravitatis, de corpore minori agatur, minuenda eſt hæc altitudo in ratione diametri; ideo ex actione Telluris altitudo hæc in Luna eſt circiter pedum 70.: & æquilibrium non datur, ſi Luna ſit homogenea, niſi axis Sphæroidis ſuperat diametrum ad hunc perpendicularem pedibus 140.

§. 413. Vnica proportione detegitur, ex nota altitudine Maris ex Lunæ actione, altitudo in Luna Telluris actione; nam ſunt hæ in ratione duplicata inverſa gravitatum in ſuperficiebus illorum corporum; cujus regulæ hæc eſt demonſtratio.

§. 414. Si vires æquales in hæc corpora agerent, hæc ſimiles acquirerent figuras; quia vires eodem modo in ſingulas particulas agunt. Adſcenſus ergo eſſent inter ſe ut diametri.

Adſcenſus hi ſunt quoque ut ipſæ vires, quæ ſunt ut quantitates materiæ in corporibus agentibus, & ut diametri corporum, quorum figuræ mutantur. Conjunctis omnibus rationibus aquarum adſcenſus in Luna & Tellure ſunt in ratione duplicata directa diametrorum horum corporum, & inverſa quantitatum materiæ in ipſis, id eſt, in ratione inverſa gravitatum in ſuperficiebus. Cui rationi hæc eadem ratio iterum addenda eſt, ita ut duplicata fiat; quia adſcenſus ſunt quoque inverſe ut gravitates agentes in particulas, quæ attolluntur.

§. 415.

§. 415. Si poſita, quam nunc determinavimus, Lunæ figura, partes cohærere concipiamus, æquilibrium inter Lunæ partes non dabitur, niſi axis Sphæroidis ad Tellurem dirigatur; unde videmus, quare Luna eandem faciem ſemper Telluri obvertat: nam continua agitatione, qua Sphæroidis axis ad Tellurem dirigitur, Luna tandem acquiſivit motum circa alium axem, de quo motu antea egimus: qui motus eodem tempore peragitur, in quo Luna circa Tellurem reſolvitur; quod ex actione memorata ſequitur; ſi enim major foret celeritas, vi, qua eadem facies ad Tellurem ſemper dirigitur, continuo illa retardaretur; acceleraretur continuo, ſi minor foret. Vis tamen hæc ſatis magna eſt, ut in ſingulis revolutionibus æquabilitatem motus acquiſiti circa axem ſenſibiliter turbet: ideo motus circa axem æquabilis eſt, licet motu inæquali in orbita moveatur Luna. Situs etiam axis Lunæ non vi memorata ita poteſt mutari, ut ad planum orbitæ, dum hujus inclinatio mutatur, ſemper perpendicularis ſit, idcirco ad planum orbitæ paululo inclinatur axis Lunæ, ut antea vidimus.

FINIS.

OR-

ORDO CAPITVM

Secundi Tomi.

PHYSICÆ ELEMENTORVM.

CAP.XXVII.	*De Proprietatibus Lucis generalibus.*	Pag.3.
XXVIII.	*De Luce refracta.*	18.
XXIX.	*De Luce illapſa in ſuperficies Planas & Sphæricas Mediorum refrigentium.*	31.
XXX.	*De Luce ex Aere illapſa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem tranſeunte.*	37.
XXXI.	*De diverſa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.*	42.
XXXII.	*Deſcriptio Oculi.*	55.
XXXIII.	*De Lucis tranſitu per Oculi humores, & de Viſione.*	67.
XXXIV.	*Dioptrica.*	92.
XXXV.	*Catroptica.*	105.
XXXVI.	*De Aere.*	132.
XXXVII.	*De Sono.*	174.
XXXVIII.	*Generalia de Meteoris Aereis.*	199.
XXXIX.	*De Meteoris Aqueis.*	211.
XL.	*De Meteoris Igneis.*	247.
XLI.	*De Meteoris Aereis; ſive de Ventis.*	270.

OR-

ORDO CAPITVM

TRACTATVS

DE REBVS CÆLESTIBVS

De Mundi Syſtemate.

PARS PRIMA.

CAPVT I.	*IDea Generalis Syſtematis Planetarii.*	Pag. 9.
II.	*De Motu apparenti.*	33.
III.	*De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.*	37.
IV.	*De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis ſuis.*	40.
V.	*De Phænomenis Planetarum ſuperiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis ſuis.*	44.
VI.	*De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipſibus Solis & Lunæ.*	47.
VII.	*De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.*	54.
VIII.	*De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiares hujus Partes, ſpectantibus.*	60.
IX.	*De Phenomenis ex Motu Axeos Telluris.*	77.
X.	*De Stellis fixis.*	80.

PARS

PARS SECVNDA.

Motuum Cæleſtium Cauſas Phyſicas declarans.

CAP. XI.	DE *univerſali Gravitate.*	Pag.87.
XII.	*De Motu Telluris.*	93.
XIII.	*De Denſitate Planetarum.*	98.
XIV.	*De Cauſa motus Planetarum, quam* Renatus des Cartes *commentus eſt.*	103
XV.	*De Cauſis Motuum Cæleſtium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.*	118.
XVI.	*Totius Syſtematis Planetarii Explicatio Phyſica ſecundum Cl. Iſaaci Newtoni principia.*	126.
XVII.	*Motus Lunæ Explicatio Phyſica.*	133.
XVIII.	*De Planetarum Figuris.*	151.
XIX.	*Motus Axeos Telluris Explicatio Phyſica.*	155.
XX.	*De Æſtu Maris.*	157.
XXI.	*De Lunæ Denſitate & Figura.*	164.

De-

Dominus D. Jacobus Martorellius in Regia Studiorum Vniverſitate Graeca Hiſtoriae Profeſſor revideat ac referat. Datum hac die 27. Decembris 1744.

Julius Nicolaus Epiſcopus Arcadiopol. Can. Dep.

Eminentiſs. Princeps.

INter cetera Phyſicae elementa nullus ignoro, quam quae Muſſchenbroekius protulit in lucem comprobari magis, atque omnibus commendari: in iis enim reperire eſt quaecunque in phyſicis recentiores ratione atque experientia duce ſcrutati ſunt: imo novis nunc adjectis adnotationibus & diſputationibus, quae deerant adeo feliciter docteque appoſita ſunt, ut & nova & concinniora elementa recuſa videantur. Minime autem cavendum eſt, ne opus typis edatur, cum nihil ſit, in quo melius divina ſe proferat ſapientia & Conditoris potentia concelebretur, quam ἐν τῇ φύσει contemplanda: neque fas eſt unquam in naturalibus rebus inſpectandis feriari, cum natura nunquam laſſata ſit in illis efformandis. Neap. III. Id. Jun. A. CIϽIϽCCXLV.

Obſequentiſſimus
Jacobus Martorellius Graec. Litter. Reg. interpres.

Attenta relatione Domini Reviſoris Imprimatur: hac die 18. *Junii* 1745.

CARMINUS CIOFFI EP. ANTINOPOL. V.G.

Can. Th. Rogerius pro Illuſtriſs. Dom. Can. Dep.

Ad-

Admodum Rev. D. Nicolaus de Martino Regius Matheſeos Profeſſor in Regia Studiorum Univerſitate hujus Civitatis revideat, & in ſcriptis referat. Neap. die 8. Menſis Jan. 1745.

Ç. Gallianus Ep. Theſſal. Cap. Maj.

Illuſtriſſime Præſul.

ELementa Phyſices a Viro clariſſimo Petro van Muſſchenbroek jamdudum in lucem edita, quum ſcientiæ rerum naturalium ſaniora principia nobis ſiſtant, tantam Auctori ſuo gloriam apud omnes compararunt, ut ulteriori commendatione non egeant. Optandum vero erat, ut in commodum ſtudioſæ noſtræ juventutis eadem elementa noſtris quoque Typis excuderentur; quod ſane votum ita demum feliciter nunc cedit, ut non modo ea recuſa, ſed doctiſſimorum Virorum Opera novis etiam acceſſionibus locupletata nobis offerantur. Nam & opus ipſum ſelectis quibusdam notis illuſtratur, & quod ei deerat de Phyſica Cœleſti argumentum plene luculenterque adjicitur, & hiſtorica diſputatio nimis erudita de rerum corporearum origine & conſtitutione eidem præfigitur. Itaque quum opus ſubinde adauctum ſummo uſui eſſe queat iis, qui veriorem Phyſicam addiſcere geſtiunt, illud ſentio, ut quantocitius lucem adſpiciat. Datum Neapoli die 1. menſis Februarii 1745.

Addictiſſimus & obſequentiſſimus Servus
Nicolaus de Martino.

Viſo reſcripto Suæ Regalis Maeſtatis ſub die 15. currentis Menſis Junii & anni, ac relatione facta per Rev. D. Nicolaum de Martino de commiſſione Rev. Regii Cappellani Majoris de ordine præfatæ Majeſtatis.

Die 16. Menſis Junii 1745. Neapoli.

Regalis Camera Sanctæ Claræ providet, decernit, atque mandat, quod Imprimatur cum inſerta forma præſentis ſupplicis libelli, ac approbationis dicti Reviſoris, & in publicatione ſervetur Regia Pragmatica hoc ſuum.

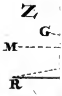
MAGIOCCO. DANZA
CASTAGNOLA. FRAGGIANNI.

Ill. Marchio de Ipolito Præſ. S. R. C. tempore ſubſcriptionis impeditus.

Athanaſius.

Regiſtrata in regiſtro Regalis Juriſdictionis fol. 9. a ter.
Larocca.


G
M
A


Z
G
M
R

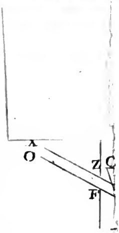
Digitized by Google

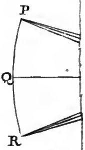
Fig. 8.

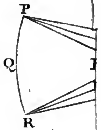


Digitized by Google

Digitized by Google

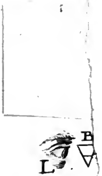






Digitized by Google

Digitized by Google



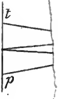


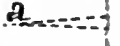
Fig. 8.



Digitized by Google



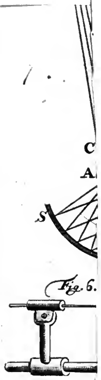
Fig



Filipp

Digitized by Google

Digitized by Google



Filippo de C

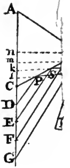
Digitized by Google



Filippo

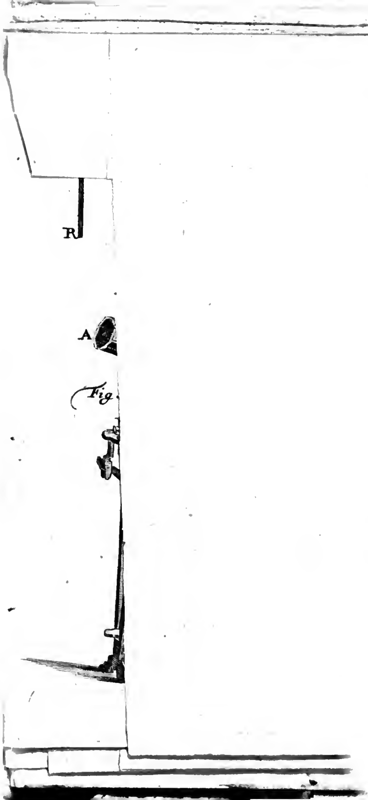
Google



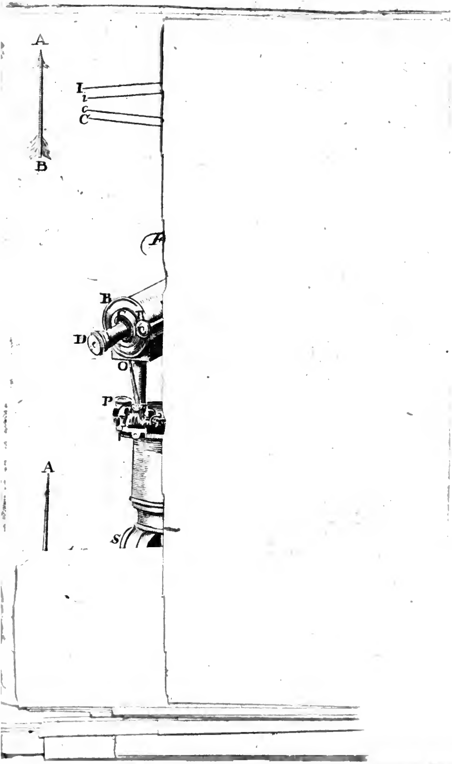


Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

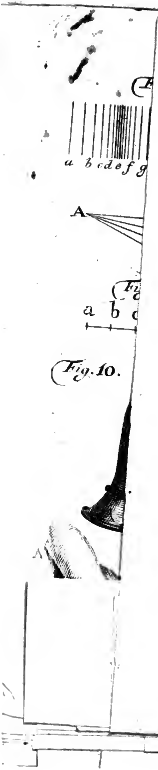

A
I
i
c
C
B
B
D
O
P
A
S

Digitized by Google

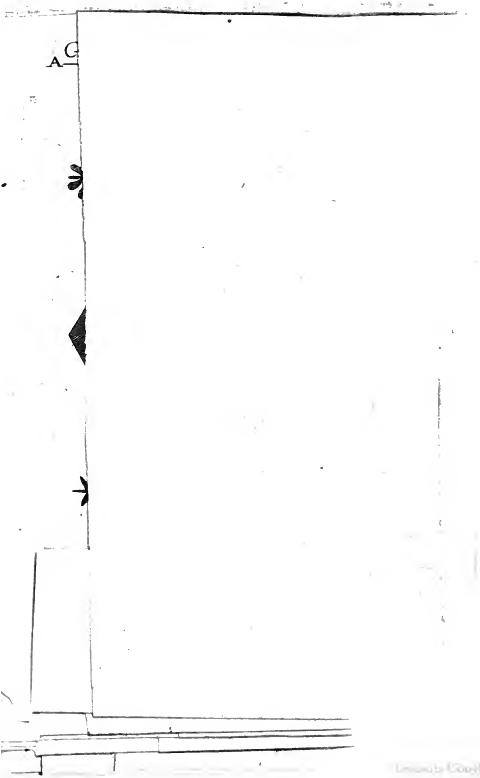


Digitized by Google

Digitized by Google


a b c d e f g
A
a b c
Fig. 10.
A

Digitized by Google

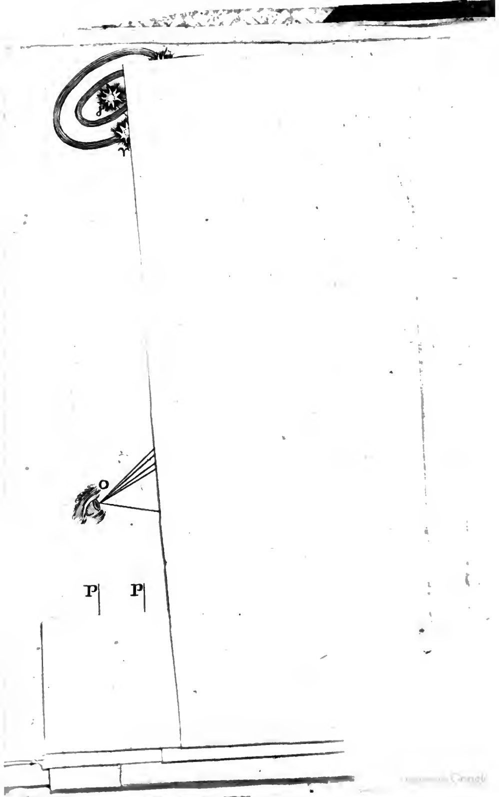


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


O
P
P

Digitized by Google

Fig. 2.



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Fig. 2.



Fig.

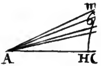


Fig. 9

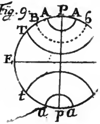
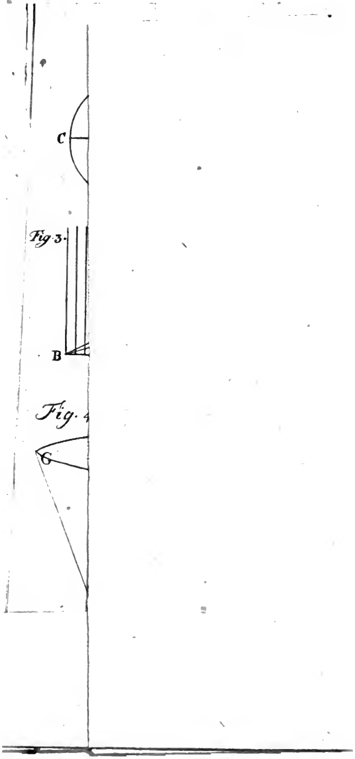


Fig 14



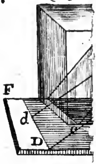
Digitized by Google



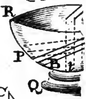
Digitized by Google

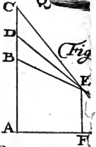
Digitized by [illegible]

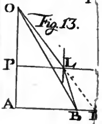
(Fig. 1



(Fig. 5.







005678192

Digitized by Google